

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月 2日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-225772

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-225772 ]

出 願 人

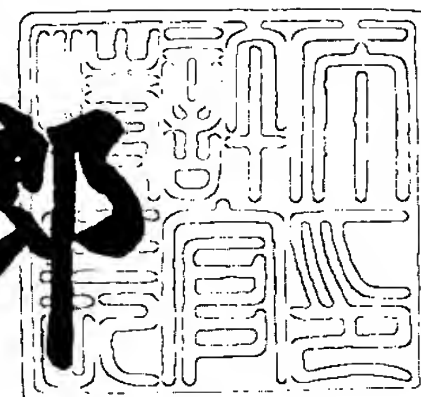
Applicant(s):

株式会社半導体エネルギー研究所

2003年 6月23日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3049068

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006530

【提出日】 平成14年 8月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 平形 吉晴

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 石谷 哲二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 深井 修次

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 今林 良太

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プールの可否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機薄膜トランジスタ及びその作製方法、並びに有機薄膜トランジスタを有する半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絶縁表面を有する第 1 の基板上に第 1 の導電膜を形成し、  
前記第 1 の導電膜上に第 1 の絶縁膜を形成し、  
前記第 1 の絶縁膜上に一对の第 2 の導電膜を形成し、  
前記一对の導電膜上に第 2 の絶縁膜を形成し、  
前記第 1 の導電膜上の前記第 2 の絶縁膜に開口部を形成し、  
前記第 1 の基板に第 2 の基板を重ね合わせ、  
前記開口部に有機材料と溶媒とを含む溶液を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 2】

絶縁表面を有する第 1 の基板上に第 1 の導電膜を形成し、  
前記第 1 の導電膜上に第 1 の絶縁膜を形成し、  
前記第 1 の絶縁膜上に第 2 の絶縁膜を形成し、  
前記第 1 の導電膜上の前記第 2 の絶縁膜に開口部を形成し、  
前記第 2 の絶縁膜上に一对の第 2 の導電膜を形成し、  
前記第 1 の基板に第 2 の基板を重ね合わせ、  
前記開口部に有機材料と溶媒とを含む溶液を注入し、  
前記溶媒を乾燥させることを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記開口部を前記第 1 の導電膜上方に形成することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか一において、前記開口部は第 2 の絶縁膜間に形成された間隙であることを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一において、前記重ね合わせた第 1 の基板及び第 2 の基板の一部分を、前記有機材料を含む溶液に浸たして前記開口部に前記有機材料を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一において、前記重ね合わせた第 1 の基板及び第 2 の基板の角部を、前記有機材料を含む溶液に浸たして前記開口部に前記有機材料を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一において、前記第 1 の基板の端と前記第 2 の基板の端とが一致した領域から、前記開口部に前記有機材料を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一において、前記第 1 の基板の端と前記第 2 の基板の端とが一致しない領域から、前記開口部に前記有機材料を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 9】

請求項 8 において、前記第 1 の基板の端と前記第 2 の基板の端とが一致しない領域に溶液を滴下し、前記開口部に前記有機材料を注入することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一において、  
前記第 2 の基板の対向する辺にシール材を形成し、前記シール材を硬化させ前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを固定し、  
嫌気雰囲気下において、前記開口部に前記溶液を注入し、前記第 1 の基板と第 2 の基板とを封止材により封止することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 9 のいずれか一において、  
前記第 2 の基板の対向する辺にシール材を形成し、前記シール材を硬化させ前記

第 1 の基板と前記第 2 の基板とを固定し、

嫌気雰囲気下において、前記開口部に前記溶液を注入し、前記溶媒を乾燥させた後に前記第 1 の基板と第 2 の基板とを封止材により封止することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか一において、前記第 1 の導電膜又は前記第 2 の導電膜は導電性ペーストから形成されることを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 において、スクリーン印刷法、ロールコーター法又はインクジェット法により前記導電性ペーストを形成することを特徴とする有機薄膜トランジスタの作製方法。

【請求項 1 4】

絶縁表面上に設けられた第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に設けられた第 1 の絶縁膜と、前記第 1 の絶縁膜上に設けられた一対の第 2 の導電膜と、前記一対の第 2 の導電膜上に設けられた開口部を有する第 2 の絶縁膜と、前記開口部のみに設けられた有機半導体膜と、を有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 1 5】

絶縁表面上に設けられた第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に設けられた第 1 の絶縁膜と、前記第 1 の絶縁膜上に設けられた開口部を有する第 2 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜上に設けられた一対の第 2 の導電膜と、前記開口部のみに設けられた有機半導体膜と、を有することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 又は 1 5 において、前記開口部は前記第 1 の導電膜上方に設けられることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 1 7】

請求項 1 4 乃至 1 6 のいずれか一において、前記第 1 の導電膜又は前記第 2 の導電膜は導電性ペーストからなることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 1 8】

請求項 1 4 乃至 1 7 のいずれか一において、前記第 1 の導電膜はゲート電極として機能することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 1 9】

請求項 1 4 乃至 1 8 のいずれか一において、前記一対の第 2 の導電膜はソース電極及びドレイン電極として機能することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 2 0】

請求項 1 4 乃至 1 9 のいずれか一において、前記第 1 の絶縁膜はゲート絶縁膜として機能することを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 2 1】

請求項 1 4 乃至 2 0 のいずれか一において、前記第 2 の絶縁膜はアクリル、ポリイミド、窒化酸化珪素又は窒化珪素からなることを特徴とする有機薄膜トランジスタ。

【請求項 2 2】

絶縁基板上に設けられた複数の有機薄膜トランジスタを有する半導体装置において、

前記有機薄膜トランジスタは第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に設けられた第 1 の絶縁膜と、前記第 1 の絶縁膜上に設けられた一対の第 2 の導電膜と、前記一対の第 2 の導電膜上に設けられた開口部を有する第 2 の絶縁膜と、前記開口部のみに設けられた有機半導体膜と、を有し、

前記ゲート電極は複数の有機薄膜トランジスタで共有して設けられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2 3】

絶縁基板上に設けられた複数の有機薄膜トランジスタを有する半導体装置において、

前記有機薄膜トランジスタは第 1 の導電膜と、前記第 1 の導電膜上に設けられた第 1 の絶縁膜と、前記第 1 の絶縁膜上に設けられた開口部を有する第 2 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜上に設けられた一対の第 2 の導電膜と、前記開口部のみに設けられた有機半導体膜と、を有し、

前記ゲート電極は複数の有機薄膜トランジスタで共有して設けられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 2 又は 2 3 において、前記第 1 の導電膜は信号線と平行に設けられていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2 5】

請求項 2 2 又は 2 3 において、前記第 1 の導電膜は信号線と交差して設けられていることを特徴とする半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、有機半導体膜を有する薄膜トランジスタ及びその作製方法に関する。また、本発明は上記薄膜トランジスタを備えた半導体素子、及び半導体素子を備えた半導体装置並びにそれらの作製方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、薄膜半導体を有する薄膜トランジスタ（T F T）を備えた表示装置に関する研究が進められている。この T F T を備えた表示装置は、C R T と比べ低消費電力で省スペースであり、パソコンや P D A の表示部として使用されつつある。このような T F T は、これまで非晶質珪素や結晶質珪素などの無機半導体材料を用いて作製されるものがほとんどであったが、無機半導体材料を用いて T F T を形成する場合には、半導体膜などの製造プロセスにおける処理温度が 3 5 0 ℃ を越えるため、有用な多くの基板物質が使用できなくなるといった問題を抱えている。

【0 0 0 3】

そこで無機材料とは別に、有機材料を用いて半導体膜が形成された有機半導体膜を有する薄膜トランジスタ（以下、有機 T F T という）の研究が行われている。有機 T F T は、低温で形成することができるため、基板にプラスチック材料を使用できる。その結果、軽くて柔軟性があるデバイスを得ることができる。更に



有機 T F T は、安価な基板材料に形成されるためデバイスの製造価格を低く設定でき、またデバイスが低電圧駆動できるというメリットも有している。

## 【 0 0 0 4 】

このような有機半導体膜のうち、高分子系の材料を用いるものは、ディッピング法、キャスト法、バーコート法、スピンコート法、スプレー法、インクジェット法又は印刷法が用いられている（例えば、特開 2 0 0 0 - 2 9 4 0 3 号公報、特開 2 0 0 0 - 2 6 9 5 0 4 号公報参照）。また、低分子系の材料を用いる有機半導体膜は、蒸着法等が用いられている（例えば、特開平 8 - 2 2 8 0 3 5 号公報、特開平 1 0 - 1 2 5 9 2 4 号公報参照）。そして膜厚の均一性等の向上といった点から、スピンコート法や蒸着法がよく利用されている。

## 【 0 0 0 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のいずれの作製方法では専用の装置が必要なこと、材料の使用量に対して形成される有機半導体膜がわずかであり、その殆どが破棄されてしまう問題があった。更に、この無駄に破棄される材料の汚れを除去するために、装置カップやチャンバー内の掃除といった装置メンテナンスを頻繁に実施する必要があった。従って、これら材料にかかるコストや装置メンテナンスの手間だけでも多大な費用や工数が必要となっていた。その結果、製品価格への影響だけでなく、無駄に破棄される材料や廃液の面から考えて環境に望ましくなかった。

## 【 0 0 0 6 】

また、特にスピンコート法では膜の塗り分けが難しく、パターンを形成するには、全面に有機膜を成膜後にパターニングを行う必要があるが、精度良く行うことは難しかった。また、蒸着法においては、有機物材料によっては、昇華温度と熱分解温度とが近いものがあり、熱分解してしまう恐れがあった。また、インクジェット法、印刷法、その他の方法は、一般的な実用段階の手法になってはいなかった。

## 【 0 0 0 7 】

また上述した方法では、有機半導体膜の膜厚を薄く且つ均一に形成することが難しく、T F T 特性を得ることが難しかった。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は高価な専用の装置に依存せず、材料を効率よく使用できる有機半導体膜の作製方法を提供することを課題とする。また、材料の熱分解が問題とならず、パターニング工程が不要である作製工程が簡略化される有機 T F T の作製方法を提供することを課題とする。

## 【 0 0 0 9 】

更に本発明は、有機半導体膜の膜厚を薄く且つ均一に形成することができる有機半導体膜の作製方法を提供することを課題とする。

## 【 0 0 1 0 】

## 【課題を解決するための手段】

上記問題を鑑み、本発明は溶液が間隙に吸い込まれる現象を利用した方法（以下、単に注入法と表記する）により、有機半導体膜を作製することを特徴とする。すなわち本発明は、有機半導体膜を形成する場所（間隙）に有機半導体膜材料を含む溶液を注入し、その後乾燥させて溶媒を飛ばし、均一で且つ膜厚の薄い有機半導体膜を作製する。

## 【 0 0 1 1 】

具体的には、有機半導体膜を形成する第 1 の基板と、注入の補助に用いる第 2 の基板とを重ね合わせ、特定の場所に形成された絶縁膜とにより基板間に間隙を形成し、有機半導体膜材料を含む溶液中に両基板の一部分（角部を含む）、代表的には一つの端（以下、単に端又は縁と表記する）を浸し、この間隙に対する毛細管現象により有機半導体膜材料を注入して均一な有機半導体膜を作製し、有機 T F T を完成させる。

## 【 0 0 1 2 】

また、有機半導体膜を形成する第 1 の基板の端と、注入の補助に用いる第 2 の基板の端とを一致しないように重ね合わせ（オフセット構造）、特定の場所に形成された絶縁膜により基板間に間隙を形成し、その端に有機半導体膜材料を含む溶液を垂らし、この間隙に溶液が吸い込まれることにより有機半導体膜材料を注入して均一な有機半導体膜を作製してもよい。もちろん、オフセット構造を用いて有機半導体膜材料を含む溶液中に浸し、この間隙に対する毛細管現象により注

入しても構わない。なお、両基板の端を一致しないように重ね合わるとは、両基板の少なくとも一端の面がずれるように重ね合わせることである。一方、両基板の端を一致するように重ね合わせるとは、両基板の少なくとも一端の面が揃うように重ね合わせることである。

【 0 0 1 3 】

このような特定の場所に形成された絶縁膜により、制御よく有機半導体膜を形成することができる。更に上述したように、絶縁膜は基板間の間隙、すなわち間隔（ギャップ）を保持するスペーサを兼ねている。なお本発明の有機半導体膜の作製は、大気圧や嫌気雰囲気下で行えばよい。なお、嫌気雰囲気下とは水分や酸素を避けた雰囲気であり、例えば窒素やアルゴン等の不活性ガス雰囲気である。更に、一旦水分や酸素を除去する目的で減圧雰囲気とし、その後不活性ガスを供給した雰囲気であってもよい。

【 0 0 1 4 】

以上のような本発明により、半導体膜の膜厚を非常に薄く（数十～100 Å程度）形成することができる。更に本発明により、効率よく有機半導体膜を形成することができ、作製工程の簡略化が期待できる。

【 0 0 1 5 】

また本発明は、特定の場所にのみ有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液、材料のコストを削除することができ、トータルコストを削減することができる。その結果、低価格な有機TFTを備えた半導体装置（デバイス）を提供することができる。また、本発明は無駄に破棄する材料を無くし、装置メンテナンスや洗浄に伴う廃液がなくなり、環境にも優しい有機半導体膜の作製方法を提供することができる。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。

【 0 0 1 7 】

（実施の形態1）

本実施の形態では、注入法により有機半導体膜を所定の部分に形成する方法に

について説明する。

#### 【 0 0 1 8 】

図 1 (A) に示すように、絶縁表面上にゲート電極 1 0 1 と、ゲート電極を覆って設けられたゲート絶縁膜となる 1 0 2 (図 1 (A) の A - A' の断面図参照) と、ゲート絶縁膜を介してゲート電極の端部にかかるように設けられたソース電極及びドレイン電極 1 0 3 と、ソース電極及びドレイン電極上に設けられ、所望の開口部 1 0 5 を有する絶縁膜(以下、土手と表記する) 1 0 4 とが形成された素子基板 1 1 0 を用意する。なお、開口部とは隣り合う土手との間に設けられた溝や凹部を含み、開口部の形状や大きさは限定されず、画素間に渡って設けても、各画素に設けても構わない。そして素子基板 1 1 0 に、注入する有機半導体材料(以下、有機材料と表記する) に対して良好な濡れ性を有し、平らな面を有する基板(以下、注入補助基板と表記する) 1 1 2 を重ね合わせる(図 1 の断面図参照)。このとき、濡れ性を向上させるために、注入補助基板 1 1 2 に対して、UV処理を行ってもよいし、界面活性材等を利用してもよいし、その他有機や無機材料をスピンコーティング等で塗布しておいてもよい。なお本実施の形態では注入補助基板 1 1 2 として、表面を研磨処理した、厚さ 1 . 1 m m の石英基板を用いた。

#### 【 0 0 1 9 】

そして、素子基板 1 1 0 と注入補助基板 1 1 2 とを重ね合わせるよう全面に均一な圧力を加えながら、両基板を固定させる。なお、素子基板 1 1 0 と注入補助基板とを接着剤により固定すると好ましい。このように、注入補助基板を重ね合わせたことにより、土手の開口部が細長い線状(管状)になった間隙 1 1 5 となる(図 1 (A) の B - B' の断面図参照)。

#### 【 0 0 2 0 】

次に、溶媒に有機材料を溶かした溶液 1 1 6 を用意する。有機材料としては、有機分子性結晶や有機高分子化合物材料を用いればよい。具体的な有機分子結晶は、多環芳香族化合物、共役二重結合系化合物、カロテン、マクロ環化合物又はその錯体、フタロシアニン、電気移動型錯体、テトラチオフルバレン：TCNQ錯体、遊離基、ジフェニルピクリヒドラジル、色素又はたんぱくが挙げられる。また

具体的な有機高分子化合物材料は、 $\pi$ 共役系高分子、CT錯体、ポリビニルピリジン、よう素又はフタロシアニン金属錯体などの高分子が挙げられる。特に骨格が共役二重結合から構成される $\pi$ 共役系高分子である、ポリアセチレン ポリアニリン、ポリピロール、ポリチエニレン、ポリチオフェン誘導体、ポリ（3ヘキシルチオフェン）[P3HT；ポリチオフェンの3位置に柔軟なアルキル基を導入したポリチオフェン誘導体のアルキル基がヘキシル基である高分子]、ポリ（3アルキルチオフェン）、ポリ（3ドコシルチオフェン）、ポリパラフェニレン誘導体又はポリパラフェニレンビニレン誘導体を用いると好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

また溶媒としては、有機材料をよく溶かし、且つ素子基板や注入補助基板に対して濡れ性が高いものを使用すればよい。具体的な溶媒としては、クロロホルム、トルエン、キシレン、テトラヒドロフラン、四塩化炭素、ベンゼン、ジクロロベンゼン、メチルエチルケトン又はジオキサンを用いればよい。また、濡れ性に関しては、素子基板や注入補助基板の表面をUVクリーナー等で処理し、疎水性又は親水性にすることで改善してもよい。

## 【 0 0 2 2 】

なお本実施の形態では、有機材料であるポリ（3ヘキシルチオフェン）を溶媒である3.5 mg/mlのクロロホルムに溶かし、孔径0.5  $\mu$ mのフィルターでろ過して溶液116を調整した。

## 【 0 0 2 3 】

そして図1（B）に示すように、固定した基板に設けられた注入部分117を溶液116に浸す。すると毛細管作用により、基板間の間隙115に溶液である有機材料が注入される。

## 【 0 0 2 4 】

その後、乾燥させて溶媒を飛ばすことにより、有機半導体膜を土手の開口部（注入補助基板を重ねた状態では間隙となる）に形成することができる。なお、このとき溶媒が飛んだ分、有機半導体膜は凝集し薄くなっている。そして、固定した注入補助基板を素子基板から外し、膜厚の均一な有機半導体膜が形成された有機TFEを得ることができる。また、注入補助基板を素子基板から外した後、乾



燥させて溶媒を飛ばしても構わない。

【 0 0 2 5 】

なお、ソース電極、ドレイン電極やゲート電極と各配線とは、素子基板とTFTとの間でコンタクトを取って接続すればよい。また配線を形成するための層を確保するため、配線層と絶縁膜とを順次積層して形成してもよい。なお必要に応じて、絶縁膜はポリイミドやアクリル等の樹脂材料を用いて平坦化を兼ねてもよいし、酸化膜や窒化膜等の無機材料を成膜後CMP（Chemical Mechanical Polishing）による化学機械研磨、機械研磨又はELID等で平坦性を確保してもよい。

【 0 0 2 6 】

また、開口部を有する土手の形状は適宜設計すればよい。以下に図2～図4を用いて、土手形状の例と注入の様子を説明する。なお、図2～図4には、素子基板（第1の基板）と注入補助基板（第2の基板）とを重ね合わせ、固定した状態の上面図を示す。また図2～図4では、注入部分において第1の基板と第2の基板との端が揃うよう記載されているが、端が一致していない構造（オフセット構造）でも構わない。

【 0 0 2 7 】

図2（A）に示す土手201は、TFTの上部、すなわち有機半導体膜が形成される領域のみに間隙が形成されるような形状を有する。このような形状の土手は、第2の基板との接触面積が大きく、圧力の均一化がはかりやすいため、安定して溶液202の注入を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

そして図2（B）及び（C）に示すように、注入部分203から溶液202が注入される。この注入部分203は基板の一端に設ければよく、狭く設ける方が空気等の影響を受けないため、均一に溶液を注入することができる。また、空気等の影響を低減するには注入部分をオフセット構造とし、溶液202を土手201と接する程度まで浸してもよい。

【 0 0 2 9 】

図3（A）に示す土手301は、有機半導体膜を間隙に注入できる必要部分のみに土手を設ける形状を有する。すなわち、図2（A）の土手201に空間（土

手を設けない領域) を設けた形状を有する。このように形成された土手は、上部に形成される容量や他の材料による干渉を受けたくない場合に有効である。

#### 【 0 0 3 0 】

そして図 3 (B) 及び (C) に示すように、注入部分 3 0 3 から溶液 3 0 2 が注入される。図 2 と同様に、空気等の影響を受けないように、注入部分を狭く設けたり、オフセット構造とし溶液 3 0 2 を土手 3 0 1 と接する程度まで浸したりするとよい。

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 (A) に示す土手 4 0 1 は、図 2 (A) に示した土手 2 0 1 と同様な形状を有し、注入部分 4 0 3 を基板の角部に形成した場合である。このように形成した土手 4 0 1 及び注入部分 4 0 3 により、溶液 4 0 2 への接触面積を小さくできるので、基板から溶液への汚染の可能性を低減でき、空気等の影響を受けずにすむ。なお、図 4 (B) 及び (C) は、溶液 4 0 2 が注入されていく状況を示している。

#### 【 0 0 3 2 】

更に注入をむらなく均一に行うためには、第 1 の基板と第 2 の基板との間隔 (ギャップ) や各土手の間隔 (幅) を制御してもよい。例えばギャップは数  $\mu\text{m}$  以下とするのが好ましい。

#### 【 0 0 3 3 】

以上のように、本発明は特定の場所に形成された絶縁膜や基板に設けられた注入部分により、必要な部分に有機半導体膜を注入することができる。すなわち本発明の注入法により、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。また本発明は、特定の場所に有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。

#### 【 0 0 3 4 】

##### (実施の形態 2)

本実施の形態では、第 1 の基板の端と、第 2 の基板との端とを一致させないように重ね合わせたオフセット構造であって、有機材料を含む溶液を滴下する場合

の例を、図 1 3 に示す。

#### 【 0 0 3 5 】

まず図 1 3 (A) に示すように、実施の形態 1 と同様に絶縁基板 1 3 1 0 上にゲート電極 1 3 0 1 と、ゲート絶縁膜 1 3 0 2 と、ソース電極及びドレイン電極 1 3 0 3 と、土手となる絶縁膜 1 3 0 4 とを形成し、注入補助基板 1 3 1 2 と張り合わせ、間隙 1 3 0 5 を形成する。このとき張り合わせた絶縁基板（第 1 の基板） 1 3 1 0 の一端が注入補助基板（第 2 の基板） 1 3 1 2 の一端よりも長くずれた状態としてオフセット領域 1 3 2 0 を設けて張り合わせる（図 1 3 (A) の A - A' の断面図参照）。なお、注入補助基板 1 3 1 2 を張り合わせるとは、絶縁基板 1 3 1 0 と注入補助基板とを固定すればよく、接着剤等で張り合わせると好ましい。

#### 【 0 0 3 6 】

そして図 1 3 (B) に示すように、オフセット領域 1 3 2 0 に有機材料を含む溶液 1 3 2 1 を滴下し、間隙に溶液を吸い込ませる。この滴下箇所はオフセット領域 1 3 2 0 に複数箇所設けてもよい。なお、溶液 1 3 2 1 は実施の形態 1 に示した有機材料と溶媒とから合成すればよい。その後、乾燥させて溶媒を飛ばすことにより、有機半導体膜を土手の開口部（第 2 の基板を重ねた状態では間隙となる）に形成することができる。なお、このとき溶媒が飛んだ分、有機半導体膜は凝集し小さくなっている。そして、固定した注入補助基板を素子基板から外し、膜厚の均一な有機半導体膜が形成された有機 T F T を得ることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

また、第 2 の基板を有機 T F T の列ごとに滴下を行うことにより、確実に溶液を注入することができる。更には有機 T F T ごとに第 2 の基板を設けてもよい。但し、隣接する溶液の影響を受けないようにすることが必要である。

#### 【 0 0 3 8 】

以上のように、溶液を滴下して有機半導体膜を形成することにより、大型基板のように、溶液を注入するために傾けることが困難な場合であっても、容易に有機材料を注入することができ、均一な有機半導体膜を形成することができる。また、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減する



ことができる。

【 0 0 3 9 】

(実施の形態 3)

本実施の形態では、有機半導体材料等が嫌気性のものである場合、T F T の作製工程、特に有機半導体膜の形成である有機材料の注入工程を嫌気雰囲気下で行い、この状態を維持したまま封止を行い密閉する場合の例を、図 5 を用いて説明する。

【 0 0 4 0 】

実施の形態 1 と同様に素子基板 (第 1 の基板) を形成する。そして図 5 (A) に示すように、シール材 5 0 2 を形成し、少なくとも 2 箇所のシール材のない開口領域 5 0 1 a、5 0 1 b を有するように第 1 の基板と第 2 の基板とを固定させる。そして、第 1 の基板と第 2 の基板を重ね合わせ全面に均一に圧をかけて両基板を密着させながら、シール材 5 0 2 を硬化させ張り合わせて密着させる。なお、シール材 5 0 2 は熱硬化性のエポキシ樹脂からなるものでもよいし、UV硬化性の樹脂を用いればよく、水分や酸素の透過性の低い材料を用いることが望ましい。また、シール材が熱硬化性の材料であればオーブンやホットプレート等でシール材を硬化させ、UV硬化性の材料であればUV光を照射し、必要があれば、更にオーブンやホットプレートで焼成し硬化させる。

【 0 0 4 1 】

これにより、第 2 の基板と土手 5 0 3 との間、つまり有機半導体膜を形成する部分 (領域) が細長い線状 (管状) になり、間隙 5 0 4 が形成される。そして、この状態の基板を不活性ガス (例えば窒素ガス) 雰囲気下といった嫌気雰囲気下中に搬送し、張り合わせた基板の開口領域 5 0 1 a、5 0 1 b の一方を有機材料の注入部分とし、例えば注入部分 5 0 1 b から溶液 5 0 5 の注入を行う。すると、図 5 (B) に示すように、毛細管現象により細長い間隙 5 0 4 に有機材料が注入される。

【 0 0 4 2 】

更に水分や酸素等の影響を極力抑える場合は、高真空を実現できる装置、例えばクライオポンプを有するチャンバー内に、この貼り合せた基板を搬送し、高真

空とし所定の圧力値を維持しながら、高純度の窒素を循環しリークさせる。その後、大気圧となったら、溶液 5 0 5 をチャンバー内へ供給し注入部分より注入すればよい。また、実施の形態 2 に示したように、オフセット構造として溶液を滴下しても構わない。

#### 【 0 0 4 3 】

その後、第 1 の基板と第 2 の基板を張り合わせた状態で、溶媒を自然放置又はバーク等により乾燥させて飛ばし、土手間の間隙 5 0 4 に有機半導体膜が形成される。

#### 【 0 0 4 4 】

最後に、図 5 (C) に示すように、開口領域 5 0 1 a、5 0 2 b に UV 樹脂からなる封止材 5 0 6 をつけ、UV 光を照射して硬化させ第 1 の基板と第 2 の基板に挟まれた有機 TFT を完成する。また乾燥後、不活性ガス雰囲気下のまま開口領域 5 0 1 a、5 0 2 b を封止することによって、水分や酸素による影響の受けやすい有機材料を用いても有機 TFT を作製することが出来る。更に、第 1 の基板に土手を形成し、注入材料を注入して封止するまでの工程を同一のチャンバー内で処理できることが望ましい。また第 1 の基板と第 2 の基板間に、シート状の乾燥剤を配置可能なスペース（空間）を設けてもよい。

#### 【 0 0 4 5 】

このように形成された有機 T F T は、素子内の水分や酸素を極力低減することができ、より長期の信頼性の確保が可能となる。

#### 【 0 0 4 6 】

また、本発明の注入法により、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。また本発明は、特定の場所に有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。

#### 【 0 0 4 7 】

##### （実施の形態 4）

本実施の形態では、ある程度の大きさの基板なら、土手の面積を多少大きくした後、有機 T F T を形成すればよいが、基板サイズが大きく、有機半導体膜の成

膜範囲が広く配置されている場合の例を、図 6 を用いて説明する。

【 0 0 4 8 】

図 6 (A) に示すように、シール材の内側、特に土手 6 0 2 の内側に、土手と同一工程にて、柱状のスペーサ 6 0 3 を形成する。このように柱状のスペーサ 6 0 3 を形成することにより、大型サイズの第 1 の基板と第 2 の基板との間隔（ギャップ）を均一に維持することができ、広範囲に有機半導体膜を形成することができる。

【 0 0 4 9 】

そして図 6 (B) に示すように、溶液 6 0 4 を用意し、間隔（ギャップ）を均一に維持するように張り合わされた基板を溶液 6 0 4 に浸す。すると毛細管作用により間隙に有機材料が注入される。なお、図 6 (B) 及び (C) は、溶液 6 0 4 が注入されていく状況を示している。大型基板であり有機半導体膜の成膜範囲が広い場合であっても、効率よく溶液 6 0 4 を注入することができる。

【 0 0 5 0 】

更に本実施の形態は、柱状のスペーサの配置を適宜設定することにより、有機半導体膜の形成箇所を制御することができ、ランダムに有機半導体膜を形成することもできうる。また本実施の形態では、実施の形態 2 に示すオフセット構造を用いて溶液を滴下してもよい。

【 0 0 5 1 】

以上のような本発明の注入法により、大型基板に対しても効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。

【 0 0 5 2 】

（実施の形態 5）

本実施の形態では、有機 T F T を作製する例を、図 7 を用いて説明する。なお、図 7 (A) は上面図であり、図 7 (B) は図 7 (A) の A - A' での断面図である。

【 0 0 5 3 】

まず、絶縁表面を有する（以下、絶縁基板と表記する）基板 7 0 1 を用意する。なお、絶縁基板 7 0 1 は処理温度に耐えうる耐熱性を有する基板であればよく

、ガラス基板、プラスチック基板又は石英基板を用いればよい。そして、絶縁基板 7 0 1 上に膜厚 1 0 0 ~ 2 0 0 [nm] の第 1 の導電膜を、スパッタ法にて形成する。また、第 1 の導電膜は、ゲート電極として機能しうる金属材料から形成すれば良く、具体的には Ta、W、Ti、Mo、Al、Cu から選ばれた元素、又は前記元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料で形成すればよい。その後、第 1 の導電膜上にレジストを塗布して、ベークを行い、パターン用マスクを用いて露光をし、現像を行う。そして、第 1 の導電膜をドライエッチング法によりエッチングし、エッチング後、剥離液を用いてレジストを剥離しゲート電極 7 0 2 を形成する。なお、本実施の形態では W を用いてゲート電極 7 0 2 を形成した。

## 【 0 0 5 4 】

また、複数の TFT でゲート電極を共通としてもよい。この構成はアクティブマトリクス回路の画素 TFT において有効である。

## 【 0 0 5 5 】

また図示しないが、絶縁基板 7 0 1 とゲート電極 7 0 2 との間に絶縁膜を設けてもよい。この絶縁膜は外部環境から侵入する水蒸気や有機物ガスのバリア層となり、有機半導体材料等が水蒸気や有機物ガスにより劣化するのを防ぐことができる。

## 【 0 0 5 6 】

そしてゲート電極 7 0 2 を形成した後、第 1 の絶縁膜 7 0 3 を 1 0 0 ~ 2 0 0 nm の厚さで形成する。なお、第 1 の絶縁膜 7 0 3 はプラズマ CVD 法又はスパッタ法を用い、酸化珪素、酸化窒化珪素、その他シリコンを含む絶縁膜で形成する。本実施の形態では、プラズマ CVD 法を用いて酸化窒化シリコン膜により形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を単層又は積層構造として用いても良い。このように形成された第 1 の絶縁膜 7 0 3 はゲート絶縁膜として機能する。

## 【 0 0 5 7 】

次いで、スパッタ法によりゲート絶縁膜 7 0 3 上に第 2 の導電膜を 2 0 0 nm の厚さで形成する。ここで成膜する第 2 の導電膜は、有機半導体膜とオーミック

接合する必要がある。そのため、p型の有機半導体材料のときは、有機半導体材料のイオン化ポテンシャルよりも大きい仕事関数を持った導電膜材料（金属材料）を用いる必要があり、n型の有機半導体材料のときは、有機半導体材料のイオン化ポテンシャルよりも小さい仕事関数を持った導電膜材料（金属材料）を用いて第2の導電膜を形成する必要がある。本実施の形態では、有機半導体材料としてp型のPoly(3-hexylthiophene) [イオン化ポテンシャル=4.64] を用いたため、それより仕事関数の高いW [仕事関数=4.75] を用いて形成した。

## 【 0 0 5 8 】

その後、第2の導電膜上にレジストを塗布して、バークを行い、配線パターン用マスクを用いて露光し、現像を行う。そして、ドライエッチングにより第2の導電膜のエッチングを行い、エッチング後、剥離液を用いてレジストを剥離し、一対の第2の導電膜、すなわちソース電極704a、ドレイン電極704bを形成する。

## 【 0 0 5 9 】

その後更に、レジストを塗布して、バークを行い、コンタクト用マスクを使用して露光をし、現像を行う。そして、ウェットエッチングによりゲート絶縁膜703のエッチングを行い、エッチング後、剥離液を用いてレジストを剥離する。この工程を行うことによりゲート電極702の表面が現れ、ゲート電極への電圧の印加が可能になる。

## 【 0 0 6 0 】

次いで、感光性アクリルを塗布して、土手を形成するためのマスクを使用して露光し、現像を行う。そして、バークを行って、ゲート電極上に開口部を有する土手705を形成する。また開口部の裾は45～60度のテーパ角が付くように形成され、開口部の端面が上端部に第1の曲率半径を有する曲面を有し下端部に第2の曲率半径を有する曲面を有するように形成される。なお、土手の材料はポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミド又はBCB（ベンゾシクロブテン）といった有機材料や、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素又はこれらを積層させた積層膜といった珪素を含む無機材料であってもよい。また、無機材料を用いたときはドライエッチングを用いて開口部を形成すると好ましい。



## 【 0 0 6 1 】

その後、実施の形態 1 ～ 4 で説明したいずれかの注入法により、溶液を注入し、有機半導体膜 7 0 6 を形成する。

## 【 0 0 6 2 】

なお、ソース電極、ドレイン電極やゲート電極と各配線とは、素子基板と TFT との間でコンタクトを取り接続すればよい。すなわちゲート電極取り出しようのコンタクトを介してゲート電極と走査線とを接続する。また配線を形成するための層を確保するため、配線層と絶縁膜とを順次積層して形成してもよい。

## 【 0 0 6 3 】

以上のように形成された有機 TFT は、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。また本発明は、特定の場所に有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。

## 【 0 0 6 4 】

(実施の形態 6)

本実施の形態では、実施の形態 4 とは異なり、土手を形成後、ソース電極及びドレイン電極を形成する有機 TFT の作製例を、図 8 を用いて説明する。

## 【 0 0 6 5 】

まず、実施の形態 4 と同様に絶縁基板 8 0 1 上にゲート電極 8 0 2 を形成する。このとき、複数の TFT でゲート電極を共通としてもよい。また図示しないが、絶縁基板 8 0 1 とゲート電極 8 0 2 との間に絶縁膜を設けてもよい。この絶縁膜は外部環境から侵入する水蒸気や有機物ガスのバリア層となり、有機半導体材料等が水蒸気や有機物ガスにより劣化するのを防ぐことができる。

## 【 0 0 6 6 】

次に、ゲート電極 8 0 2 上にゲート絶縁膜 8 0 3 を形成する。そして、ゲート絶縁膜 8 0 3 上に感光性アクリル材料を塗布し、バークを行い、土手を形成するためのマスクを用いて露光し、現像を行う。その後、流水洗浄をして、バークを行い、開口部を有する土手 8 0 4 を形成する。なお、土手の材料はポリイミド、ポリアミド、ポリイミドアミド又は BCB (ベンゾシクロブテン) といった有機

材料や、酸化珪素、窒化珪素、酸化窒化珪素又はこれらを積層させた積層膜といった珪素を含む無機材料であってもよい。また、無機材料を用いたときはドライエッチングを用いて開口部を形成すると好ましい。

#### 【 0 0 6 7 】

次いで、スパッタ法により土手 8 0 4 上に第 2 の導電膜を 2 0 0 n m の厚さで形成する。ここで成膜する第 2 の導電膜は、有機半導体膜とオーミック接合する必要がある。そのため、p 型の有機半導体材料のときは、有機半導体材料のイオン化ポテンシャルよりも大きい仕事関数を持った導電膜材料（金属材料）を用いる必要があり、n 型の有機半導体材料のときは、有機半導体材料のイオン化ポテンシャルよりも小さい仕事関数を持った導電膜材料（金属材料）を用いて第 2 の導電膜を形成する必要がある。本実施の形態においては、有機半導体材料として p 型の Poly(3-hexylthiophene) を用いているので、より仕事関数の高い IT0 を用いて形成した。

#### 【 0 0 6 8 】

そして、IT0 上にレジストを塗布し、バークを行い、配線パターン用マスクを用いて露光し、現像を行う。その後、流水洗浄して、ウェットエッチングにより IT0 のエッチングを行う。エッチング後、剥離液によりレジストを剥がして、ソース電極 8 0 5 a、ドレイン電極 8 0 5 b を形成する。

#### 【 0 0 6 9 】

その後更に、レジストを塗布し、バークを行い、コンタクト用マスクを使用して露光し、現像を行う。そして、ウェットエッチングによりゲート絶縁膜 8 0 3 のエッチングを行い、エッチング後、剥離液を用いてレジストを剥離する。この工程を行うことによりゲート電極 8 0 2 の表面が現れ、ゲート電極への電圧の印加が可能になる。

#### 【 0 0 7 0 】

その後、実施の形態 1 ～ 4 で説明したいずれかの注入法により、溶液を注入し、有機半導体膜 8 0 6 を形成する。

#### 【 0 0 7 1 】

なお、図 1 4 で説明したように、ソース電極、ドレイン電極やゲート電極と各

配線とは、素子基板とTFTとの間でコンタクトを取り接続して半導体素子を形成する。また、図14で示した構成と図8に示す構成とでは土手とソース又はドレイン電極との上下関係が逆であるため、ドレイン電極と電極（画素電極又は陽極や陰極）との接する面積を広くとることができる。

## 【 0 0 7 2 】

その後更に液晶材料や発光層を適宜設けて、液晶表示装置（液晶表示モジュール）やEL表示装置（EL表示モジュール）を完成させればよい。

## 【 0 0 7 3 】

以上のように形成された有機TFTは、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。また本発明は、特定の場所に有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。

## 【 0 0 7 4 】

また本実施の形態の構成は、ソース電極及びドレイン電極と有機半導体膜との接触面積が広いため、接触不良が低減される。また、土手を覆ってソース電極及びドレイン電極が設けられているため、土手を形成する領域のマージンを大きくとることができる。

## 【 0 0 7 5 】

（実施の形態7）

本実施の形態では、有機材料を用いて形成する有機TFTの作製方法を、図9を用いて説明する。

## 【 0 0 7 6 】

図9（A）に示すように、絶縁表面を有する基板901を用意する。この基板901は可撓性を有し、透光性を有するものであればよく、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリカーボネート（PC）、ポリイミドなどから選択され、本実施の形態ではプラスチック基板を用いた。なお基板901の実用的な厚さは10～200 $\mu\text{m}$ である。

## 【 0 0 7 7 】



そして、基板 9 0 1 上にバリア層 9 0 2 を形成する。このバリア層 9 0 2 は、 $\text{AlO}_{(x)}\text{N}_{(1-x)}$ （但し、 $x = 0.01 \sim 20 \text{ atomic\%}$ ）又は、高周波スパッタリング法で形成された水素を含まない窒化シリコンやその他の絶縁材料で形成するとよい。この絶縁材料は外部環境から侵入する水蒸気や有機物ガスのバリア層となり、有機半導体材料等が水蒸気や有機物ガスにより劣化するのを防ぐことができる。

## 【 0 0 7 8 】

そしてバリア層 9 0 2 上に、T F T のゲート電極 9 0 3 として機能する第 1 の導電膜を、導電性ペーストを用いて形成する。導電性ペーストとしては、導電性カーボンペースト、導電性銀ペースト、導電性銅ペースト、導電性ニッケルなどを用い、スクリーン印刷法、ロールコーター法又はインクジェット法で所定のパターンに形成する。導電性ペーストで所定のパターンに形成した後は、レベリング、乾燥後、 $100 \sim 200^\circ\text{C}$  で硬化させる。

## 【 0 0 7 9 】

次いで、図 9（B）に示すように、ゲート電極 9 0 3 上にゲート絶縁膜 9 0 4 として機能する第 1 の絶縁膜を形成する。なお、第 1 の絶縁膜は、ロールコーター法やスプレー法などを用いて、アクリル樹脂、ポリアミド樹脂、ポリアミド樹脂、フェノキシ樹脂、非芳香族多官能性イソシアナート、メラミン樹脂を添加したもので形成する。また、ゲート絶縁膜の膜厚は、ゲート電圧を考慮すると  $100 \sim 200 \text{ nm}$  程度で形成することが好ましい。

## 【 0 0 8 0 】

その後、図 9（C）に示すように、ゲート絶縁膜 9 0 4 にソース電極 9 0 5 a 又はドレイン電極 9 0 5 b として機能する第 2 の導電膜を形成する。この第 2 の導電膜の材料としては、多くの有機半導体材料が電荷を輸送する材料がキャリアとして正孔を輸送する p 型半導体であることからその半導体層とオーミック接触を取るために仕事関数の大きい金属を用いることが望ましい。具体的には、金や白金、クロム、パラジウム、アルミニウム、インジウム、モリブデン、ニッケル等の金属又は合金材料を含む導電性ペーストを印刷法又はロールコーター法を用いて形成する。

## 【 0 0 8 1 】

そして、図 9 (D) に示すように、ソース電極 9 0 5 a 又はドレイン電極 9 0 5 b 上に土手 9 0 6 として設けられる第 2 の絶縁膜を形成する。なお、第 2 の絶縁膜は有機半導体膜を注入するために、ゲート電極上方に開口部が形成されるようにスクリーン印刷法を用いて、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、フェノキシ樹脂、非芳香族多官能性イソシアナート、メラミン樹脂を添加したもので形成する。また、本実施の形態は、実施の形態 5 で説明したように土手を形成後にソース電極及びドレイン電極を形成しても構わない。

## 【 0 0 8 2 】

その後、実施の形態 1 ～ 4 で説明したいずれかの注入法により、溶液を注入する。また特に大型基板の場合や、第 1 の基板及び第 2 の基板が柔軟性に富む場合などは実施の形態 2 で説明したように溶液を滴下する方法により有機材料を注入することが好ましい。そして、図 9 (E) に示すように、自然放置又はベークにより溶媒をとばし、有機半導体膜 9 0 7 を形成する。

## 【 0 0 8 3 】

次いで、図 9 (F) に示すように、パッシベーション膜 9 0 8 を形成する。パッシベーション膜は、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜といった珪素を含む絶縁材料で形成すればよい。

## 【 0 0 8 4 】

その後、図 1 4 で説明したように、ソース電極、ドレイン電極やゲート電極と各配線（図 9 では図示しない）とは、素子基板と TFT との間でコンタクトを取り接続して半導体素子を形成し、更に液晶材料や発光層を適宜設けて、液晶表示装置（液晶表示モジュール）や E L 表示装置（E L 表示モジュール）を完成させればよい。

## 【 0 0 8 5 】

以上のように全てを有機化合物材料で形成された有機 T F T は軽く、可撓性を有する半導体装置（具体的には液晶表示装置、E L 表示装置又はその他の表示装置）を得ることが出来る。また、安価な有機材料を用いて形成でき、更には破棄する材料が非常に少ないため、半導体装置のコストを削減することができる。

## 【 0 0 8 6 】

特に本実施の形態のような有機 T F T は、1 枚のパネルに情報を視覚的に表示する画素部と、各種情報を送受信する通信機能と、情報を記憶又は加工するコンピュータ機能など全てを集積するシステム・オン・パネルに適応することが可能となる。

## 【 0 0 8 7 】

## (実施の形態 8)

本実施の形態では、有機 T F T を半導体装置の画素部の T F T に用いた例を、図 1 4 及び図 1 5 を用いて説明する。

## 【 0 0 8 8 】

図 1 4 (A)、図 1 4 (A) の A - A' における断面図である図 1 4 (B) に示すように、素子基板 1 4 0 1 上に配線 (信号線) 1 4 1 1 を形成し、配線 1 4 1 1 を覆うように絶縁膜 1 4 1 6 を形成する。そして、絶縁膜 1 4 1 6 上に配線 1 4 1 1 と交差するようにゲート配線 (走査線) 1 4 1 2 を形成し、ゲート配線を覆うように絶縁膜 1 4 1 7 を形成しするこのとき絶縁膜 1 4 1 6、1 4 1 7 は、ポリイミドやアクリル等の樹脂材料を用いて平坦化を兼ねてもよいし、酸化膜や窒化膜等の無機材料を成膜後 CMP (Chemical Mechanical Polishing) による化学機械研磨、機械研磨又は E L I D 等で平坦性を確保してもよい。

## 【 0 0 8 9 】

次いで、第 1 のコンタクトを介してゲート電極 1 4 0 2 とゲート配線 1 4 1 2 とを接続する。その後、例えば図 7 で示したように、ゲート絶縁膜 1 4 0 3 を形成し、ソース電極 1 4 0 5 a 及びドレイン電極 1 4 0 5 b を形成する。そして、第 2 のコンタクトを介してソース電極 1 4 0 5 a と配線 (信号線) 1 4 1 1 とを接続する。

## 【 0 0 9 0 】

そして、ソース電極 1 4 0 5 a、ドレイン電極 1 4 0 5 b 上に土手 1 4 0 4 を形成し、実施の形態 1 乃至 4 のいずれかに示したように有機材料を土手の間隙に注入する。注入後、乾燥させて溶媒を飛ばし、有機半導体膜 1 4 0 6 が形成される。

## 【 0 0 9 1 】

その後、ドレイン電極 1 4 0 5 b と接するように電極 1 4 1 3 （液晶表示装置の場合は画素電極、E L 表示装置の場合陽極（又は陰極）に相当する）を形成し半導体素子が形成される。そして、液晶材料や発光層を適宜設けて、更に異方性導電膜を介して F P C を接着し、外部端子と接続して液晶表示装置（液晶表示モジュール）や E L 表示装置（E L 表示モジュール）を完成させる。

## 【 0 0 9 2 】

次に図 1 4 とは異なる構成の画素部を、図 1 5 を用いて説明する。

## 【 0 0 9 3 】

図 1 5 （A）、図 1 5 （A）の A - A ' における断面図である図 1 5 （B）に示すように、素子基板 1 5 0 1 上に配線（信号線） 1 5 1 1 を形成し、配線 1 5 1 1 を覆うように絶縁膜 1 5 1 6 を形成する。そして、絶縁膜 1 5 1 6 上に配線 1 5 1 1 と交差するようにゲート電極 1 5 0 2 となる導電膜を形成し、を形成し、ゲート配線を覆うように絶縁膜 1 4 1 7 を形成しするこのパターンニングする。このとき絶縁膜 1 5 1 6 は、ポリイミドやアクリル等の樹脂材料を用いて平坦化を兼ねてもよいし、酸化膜や窒化膜等の無機材料を成膜後 CMP （Chemical Mechanical Polishing）による化学機械研磨、機械研磨又は E L I D 等で平坦性を確保してもよい。

## 【 0 0 9 4 】

次いで、例えば図 8 で示したように、ゲート絶縁膜 1 5 0 3 を形成し、ゲート電極 1 5 0 2 上方に開口部（第 2 の基板を重ねた状態では間隙となる）が設けられた土手 1 5 0 4 を形成する。そして、土手 1 5 0 4 を覆うようにソース電極 1 5 0 5 a 及びドレイン電極 1 5 0 5 b を形成する。そして、コンタクトを介してソース電極 1 5 0 5 a と配線（信号線） 1 5 1 1 とを接続する。その後、実施の形態 1 乃至 4 のいずれかに示したように有機材料を土手 1 5 0 4 の間隙に注入する。注入後、乾燥させて溶媒を飛ばし、有機半導体膜 1 4 0 6 が形成される。

## 【 0 0 9 5 】

その後、ドレイン電極 1 5 0 5 b と接するように電極 1 5 1 3 （液晶表示装置の場合は画素電極、E L 表示装置の場合陽極（又は陰極）に相当する）を形成し

半導体素子が形成される。そして、液晶材料や発光層を適宜設けて、更に異方性導電膜を介してFPCを接着し、外部端子と接続して液晶表示装置（液晶表示モジュール）やEL表示装置（EL表示モジュール）を完成させる。

## 【 0 0 9 6 】

図15の構成では、ゲート配線が不要であるため、ゲート配線とゲート電極とを接続するコンタクト形成が不要となり、マスク枚数を低減することができる。また本実施の形態は、列方向でゲート電極を共通とすることができるため、画素部に用いることが好ましい。

## 【 0 0 9 7 】

なお、図14及び図15に示す有機TFTは、実施の形態5乃至7のいずれの方法を用いて形成してもよく、特に実施の形態7を用いて形成することにより、軽量で柔軟性に富んだ液晶表示装置やEL表示装置を形成することができる。また、図14及び図15では、本発明の有機TFTを画素部に用いたが、TFT特性の優れた有機TFTを駆動回路部に用いても構わない。

## 【 0 0 9 8 】

以上のように形成された半導体装置（液晶表示装置やEL表示装置）は、効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。また本発明は、特定の場所に有機半導体膜を形成することができるため、装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。

## 【 0 0 9 9 】

## 【実施例】

## （実施例1）

本実施例では、本発明の有機TFTを用いて、 $V_d - I_d$ 特性、 $V_G - I_d$ 特性を測定した。なお測定試料の有機TFTは図10に示すように、大気中において、石英基板上にタングステンからなるゲート電極1003を設け、ゲート電極上にゲート絶縁膜を設け、ゲート絶縁膜上にタングステンからなるソース電極1001とドレイン電極1002とがくし状に交差するように設け、ソース電極とドレイン電極との間に有機半導体膜が設けられている構成である。そして、各ソース電極1001、ドレイン電極1002、ゲート電極1003には測定電圧を印



加したり、電流を検出したりするための測定用パッド（ソース電極用パッド 1 0 1 1、ドレイン電極用パッド 1 0 1 2、ゲート電極用パッド 1 0 1 3）が設けられている。

#### 【 0 1 0 0 】

また、有機 T F T のチャネル長はソース電極とドレイン電極との間（図 1 0 において L で示す）の総和で与えられ、 $L = 3 \mu m$  であり、チャネル幅はソース電極とドレイン電極とが重なる領域の長さ（図 1 0 において W で示す）の総和で与えられ、ソース電極とドレイン電極との間隔を  $3 \mu m$  としたので、 $W = 7 8 4 0 m m$  である。

#### 【 0 1 0 1 】

図 1 1 には、図 1 0 に示す有機 T F T に  $V_G = -3$ 、 $-6$ 、 $-9$ 、 $-12$ 、 $-15$ 、 $-18$ 、 $-21$  [V] の電圧を印加したときの、それぞれの  $V_d - I_d$  特性を大気中で測定結果を示す。また、図 1 2 には  $V_d = -5$  [V] の電圧を印加したときの、各ソース電極、ドレイン電極、ゲート電極の電流とゲート電圧とを大気中で測定した  $V - I$  特性の結果を示す。更に図 1 1 及び図 1 2 の結果から、移動度を求めると  $3 \times 10^{-6} [cm^2/V \cdot s]$  であり、オンオフ比は 1 4 となった。

#### 【 0 1 0 2 】

T F T 特性は、半導体膜の膜厚やチャネル形成領域の  $W/L$  比に依存しているが、本発明のように形成された有機 T F T は、半導体膜の膜厚を薄く形成することができるため、上記のような T F T 特性（移動度やオンオフ比）を得ることができる。

#### 【 0 1 0 3 】

##### 【発明の効果】

このような本発明により、半導体膜の膜厚を薄く形成することができ、更に効率よく有機半導体膜を形成することができるため、材料コストを削減することができる。

#### 【 0 1 0 4 】

また本発明は、特定の場所にのみ有機半導体膜を形成することができるため、

装置メンテナンスや洗浄液のコストを削除することができる。その結果、トータルコストを削減することができるため、低価格な有機TFTを備えた半導体装置（デバイス）を提供することができる。また、本発明は無駄に破棄する材料を無くし、装置メンテナンスや洗浄に伴う廃液がなくなり、環境にも優しい有機半導体膜の作製方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 2】 本発明の土手の形状及び注入過程を示す図。
- 【図 3】 本発明の土手の形状及び注入過程を示す図。
- 【図 4】 本発明の土手の形状及び注入過程を示す図。
- 【図 5】 本発明の土手の形状及び注入過程を示す図。
- 【図 6】 本発明の土手の形状及び注入過程を示す図。
- 【図 7】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 8】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 9】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 1 0】 測定に用いた本発明の有機薄膜トランジスタを示す図。
- 【図 1 1】 本発明の有機薄膜トランジスタを用いた測定結果を示す図。
- 【図 1 2】 本発明の有機薄膜トランジスタを用いた測定結果を示す図。
- 【図 1 3】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 1 4】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。
- 【図 1 5】 本発明の有機薄膜トランジスタの作製方法を示す図。

【書類名】            図面

・  
・  
・

・

・

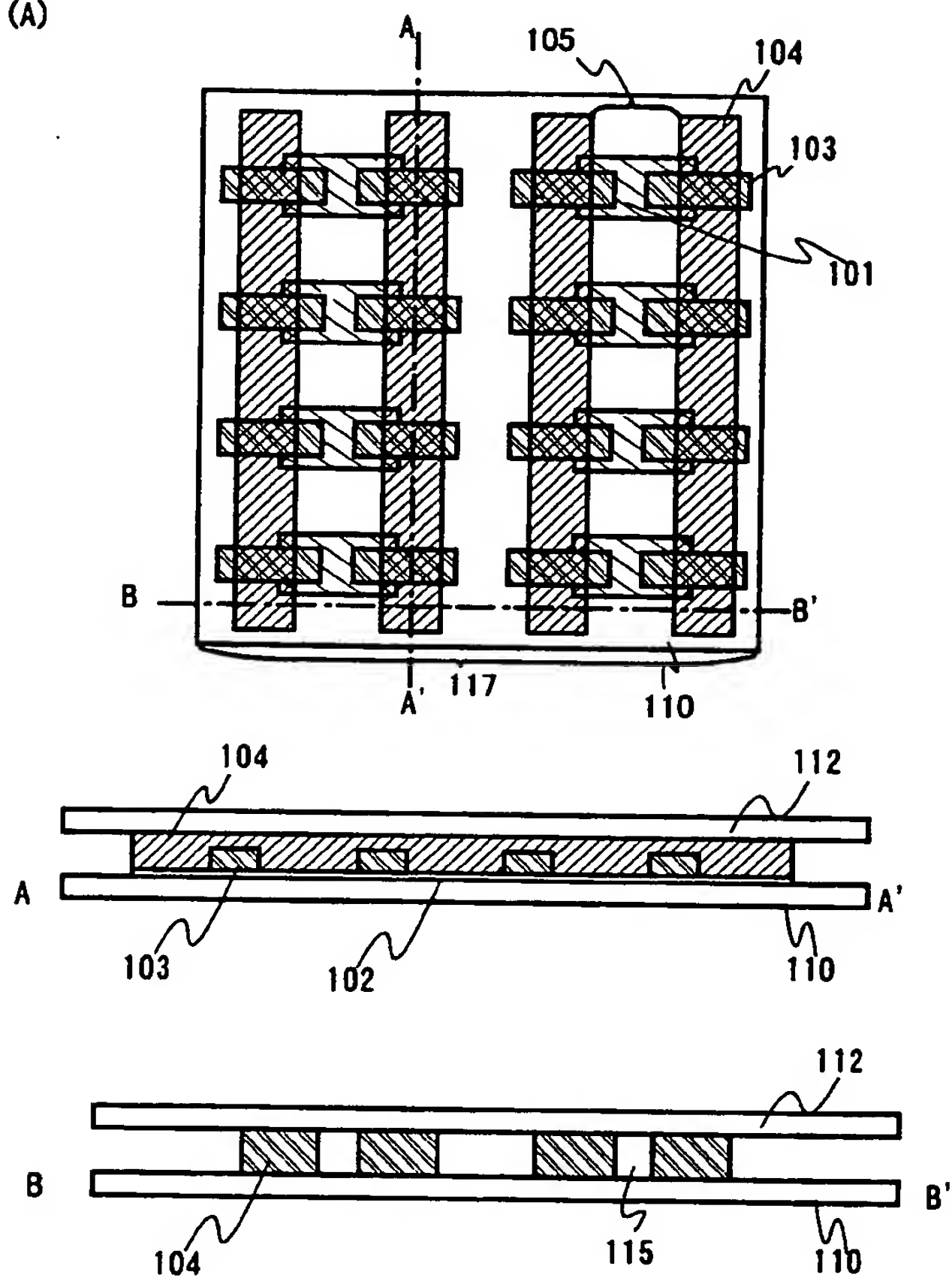
・

・

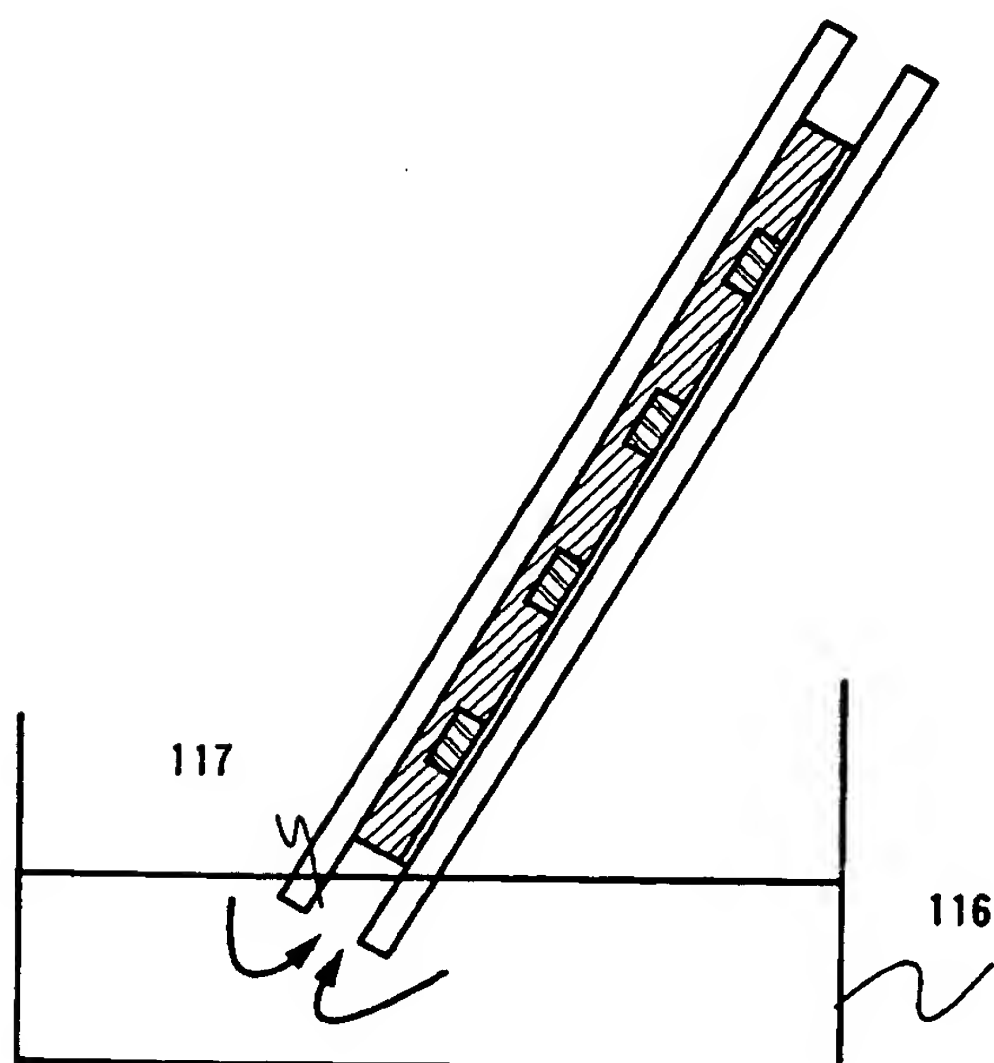


【図 1】

(A)

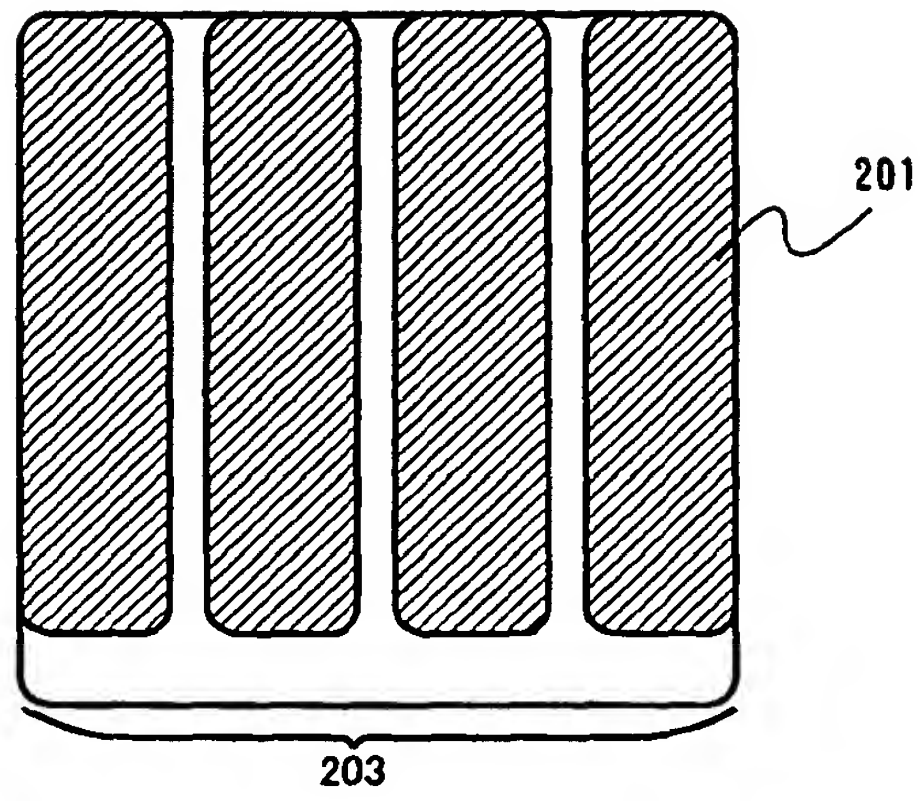


(B)

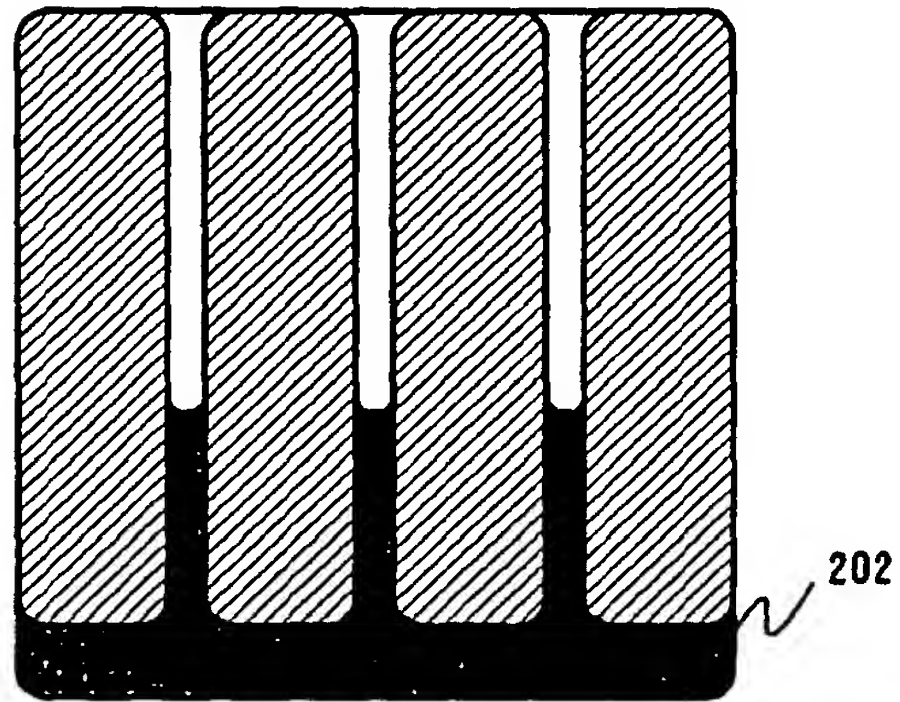


【図 2】

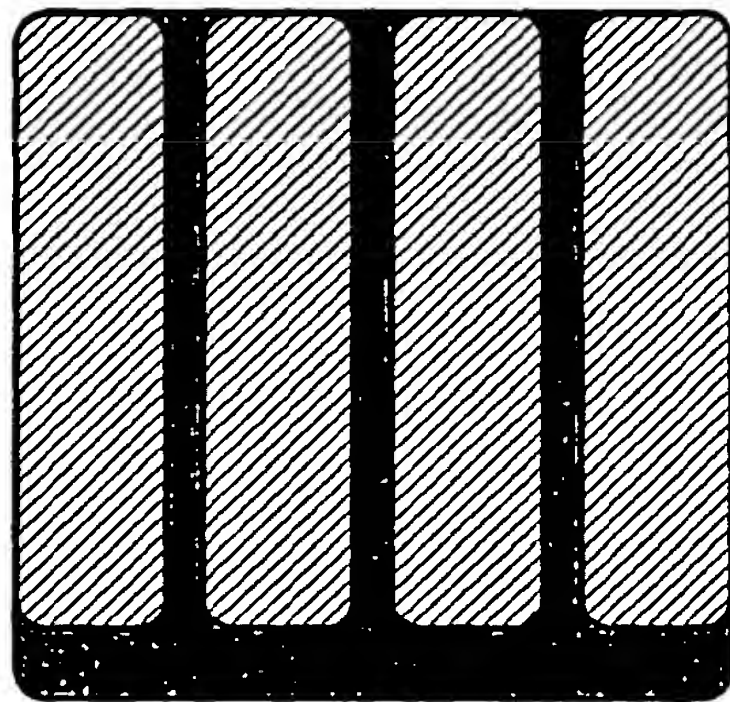
(A)



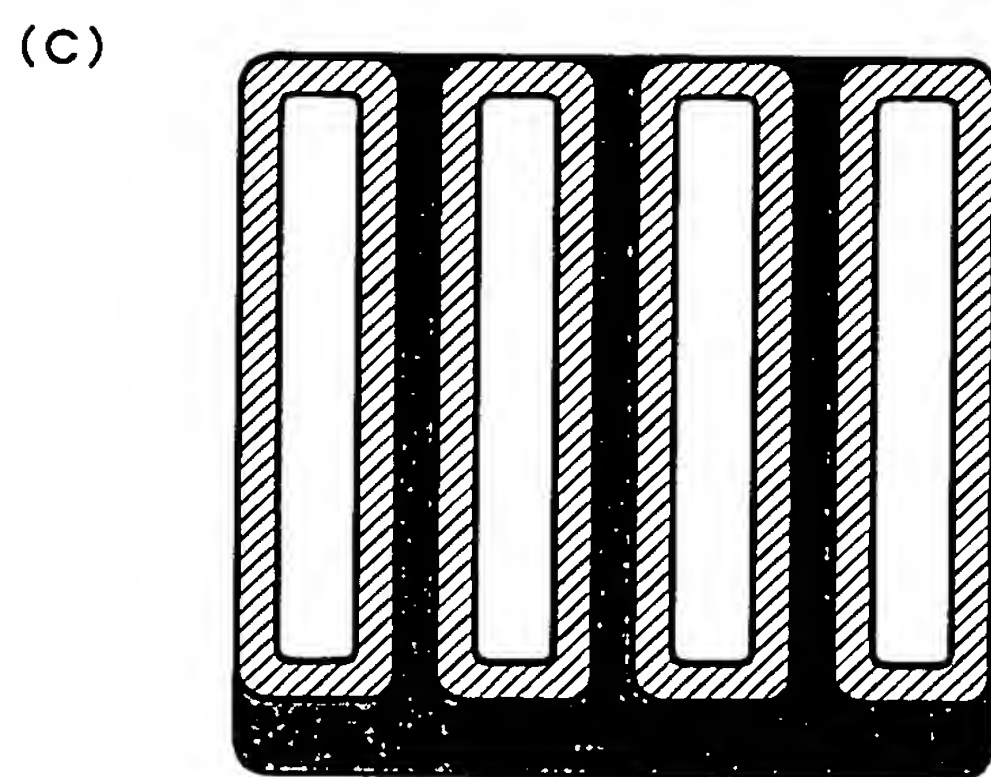
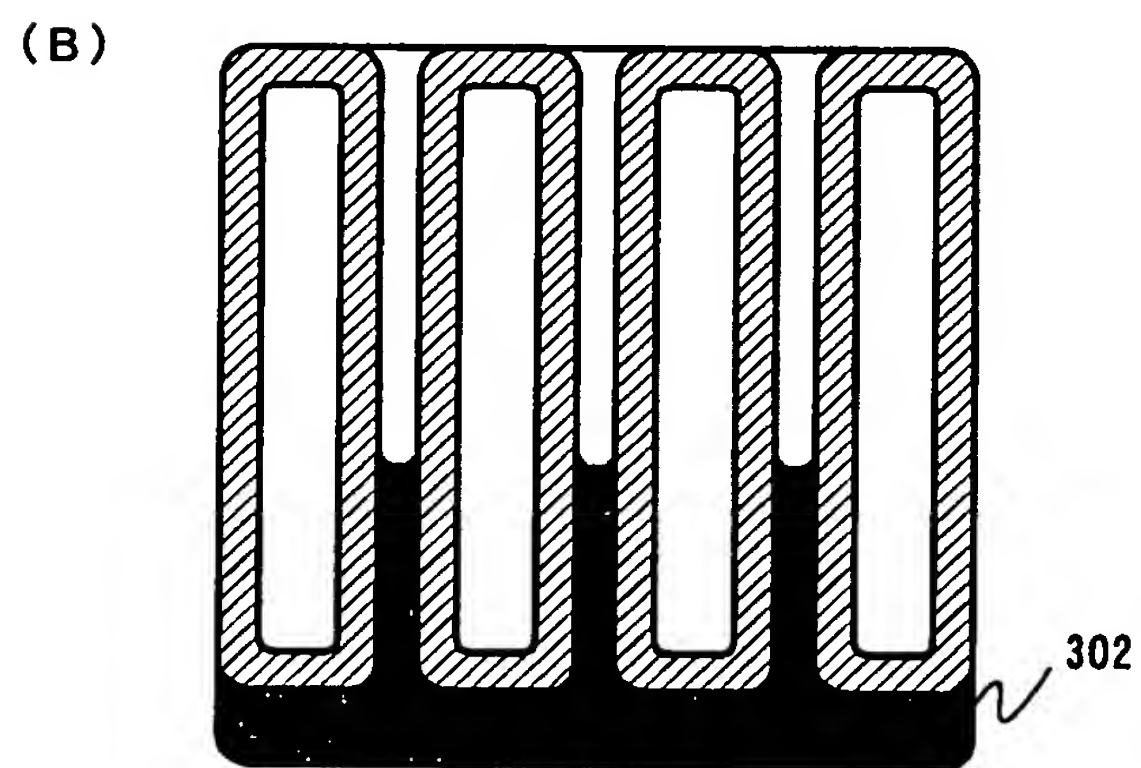
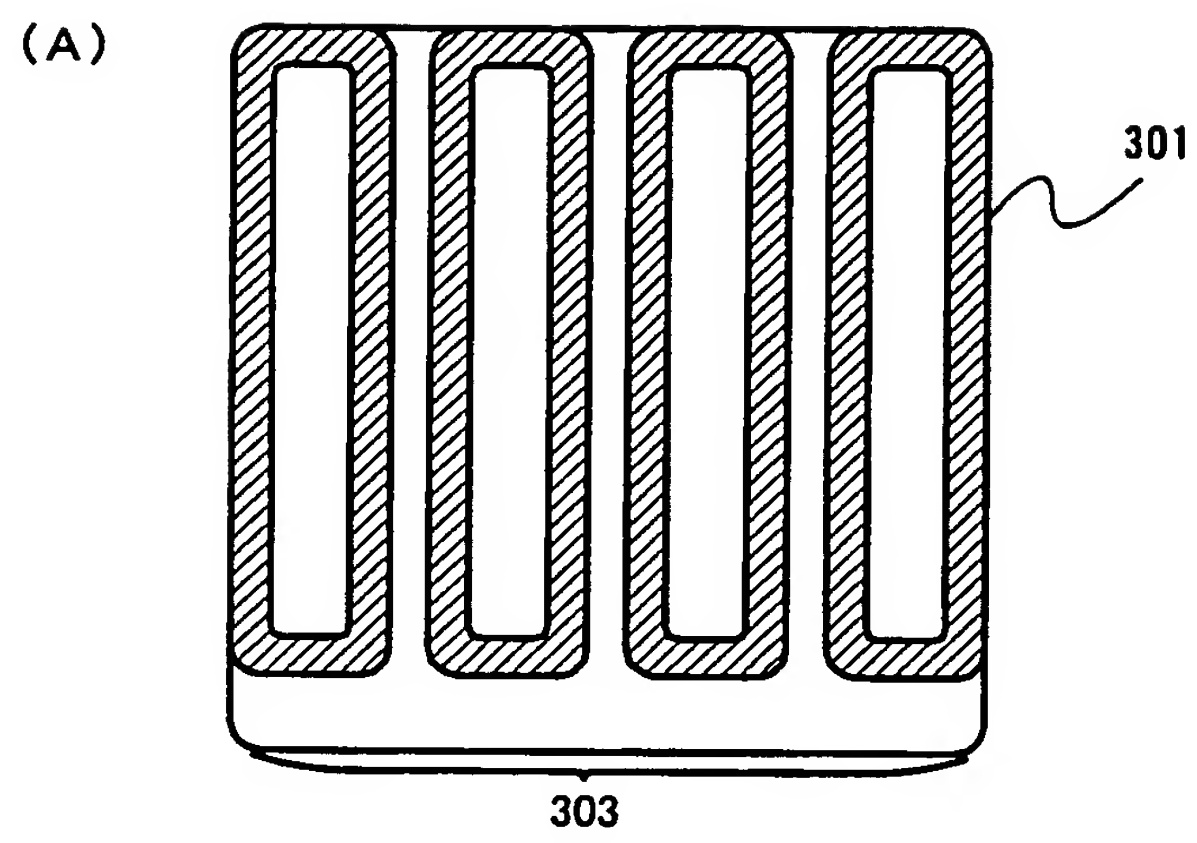
(B)



(C)

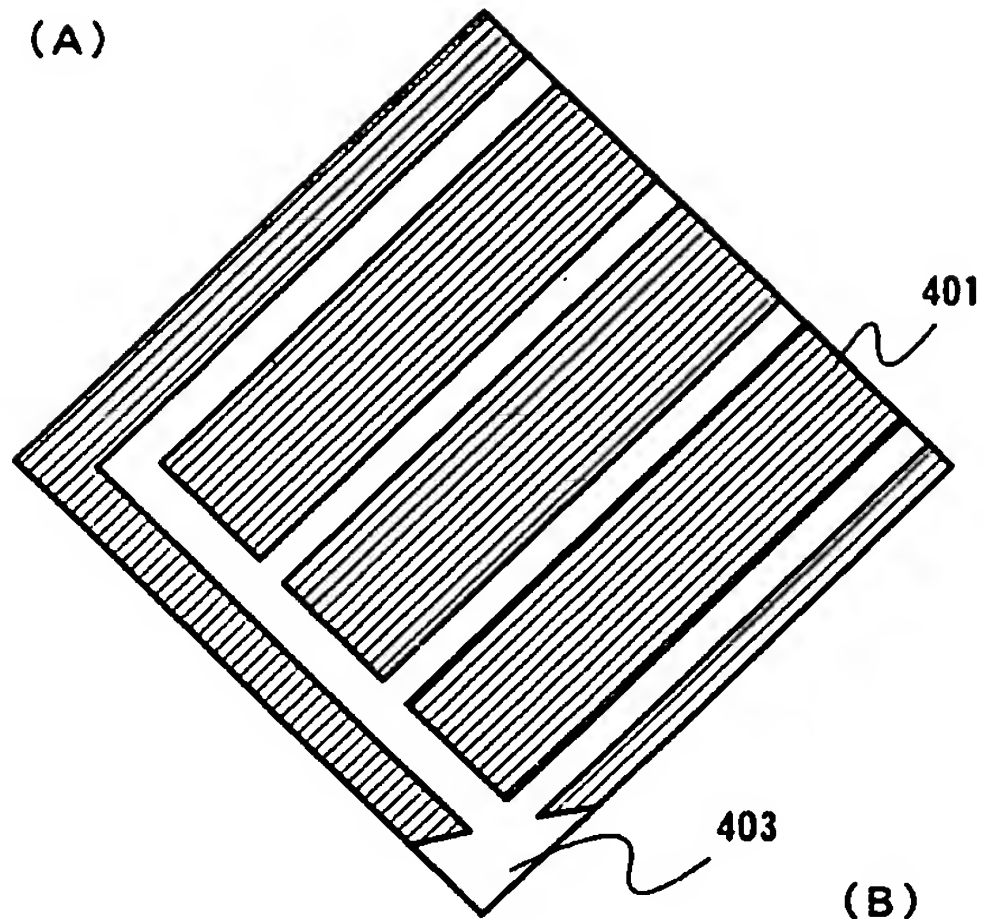


【図 3】

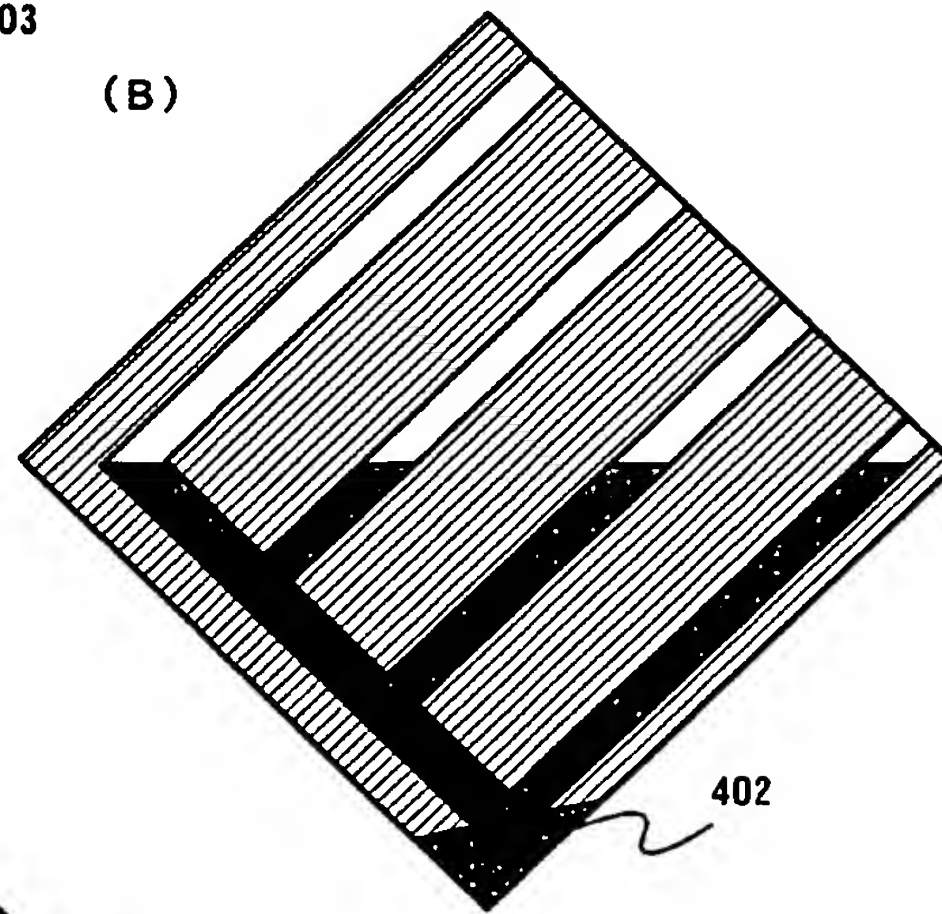


【図 4】

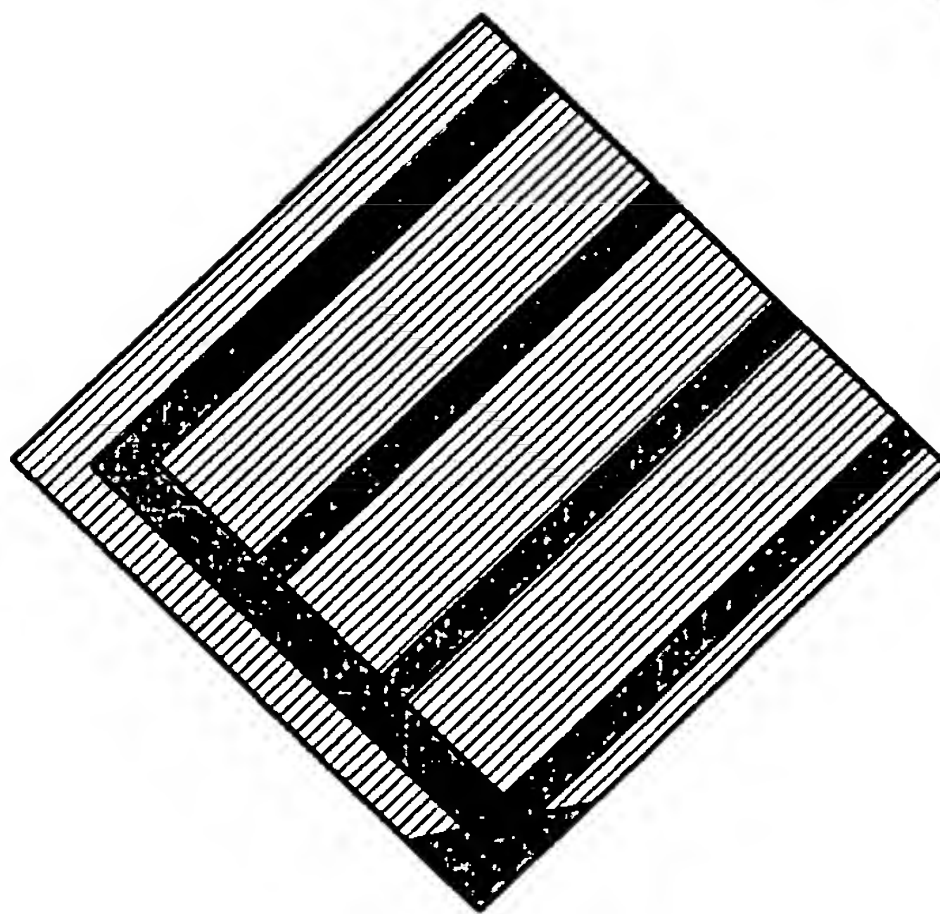
(A)



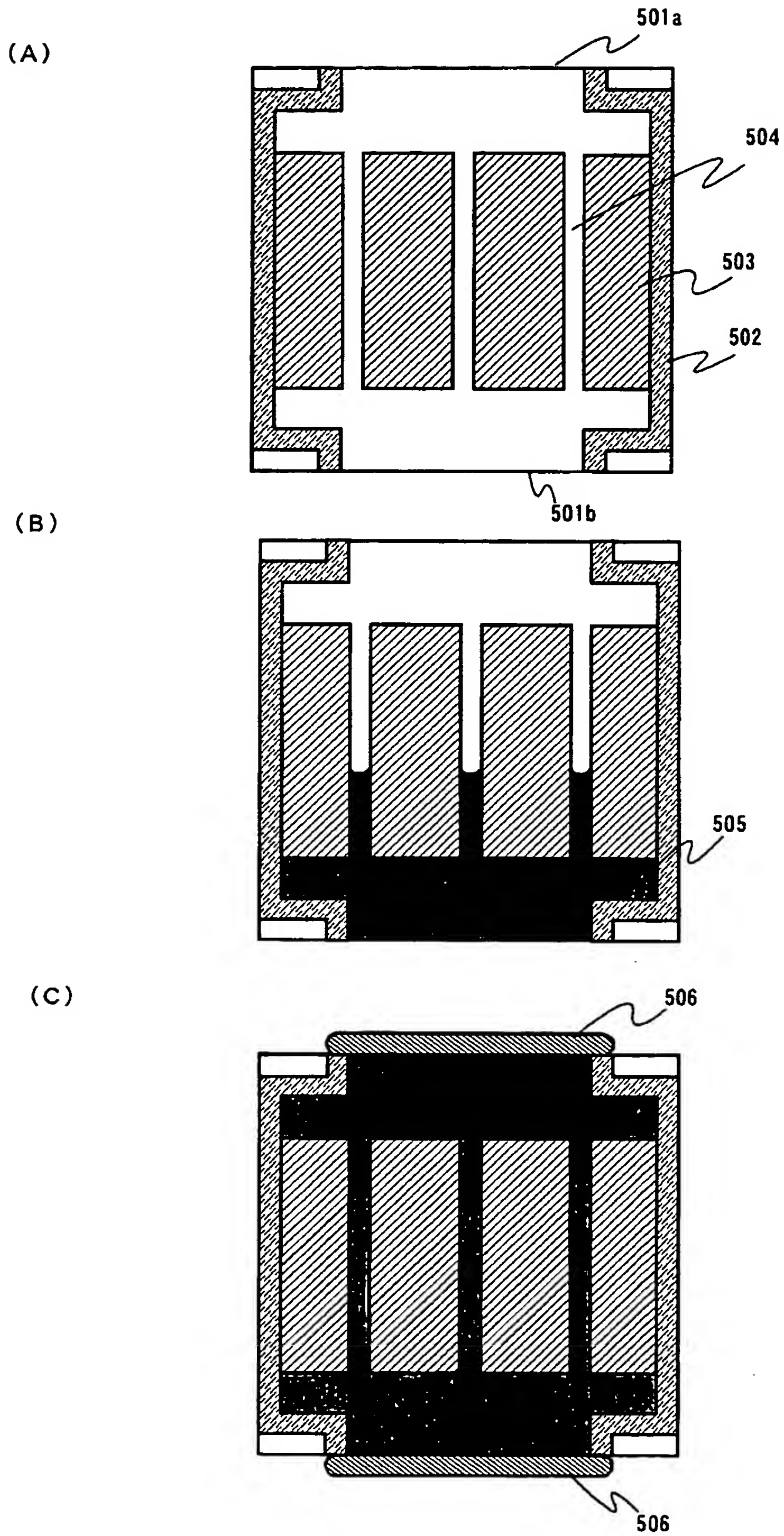
(B)



(C)

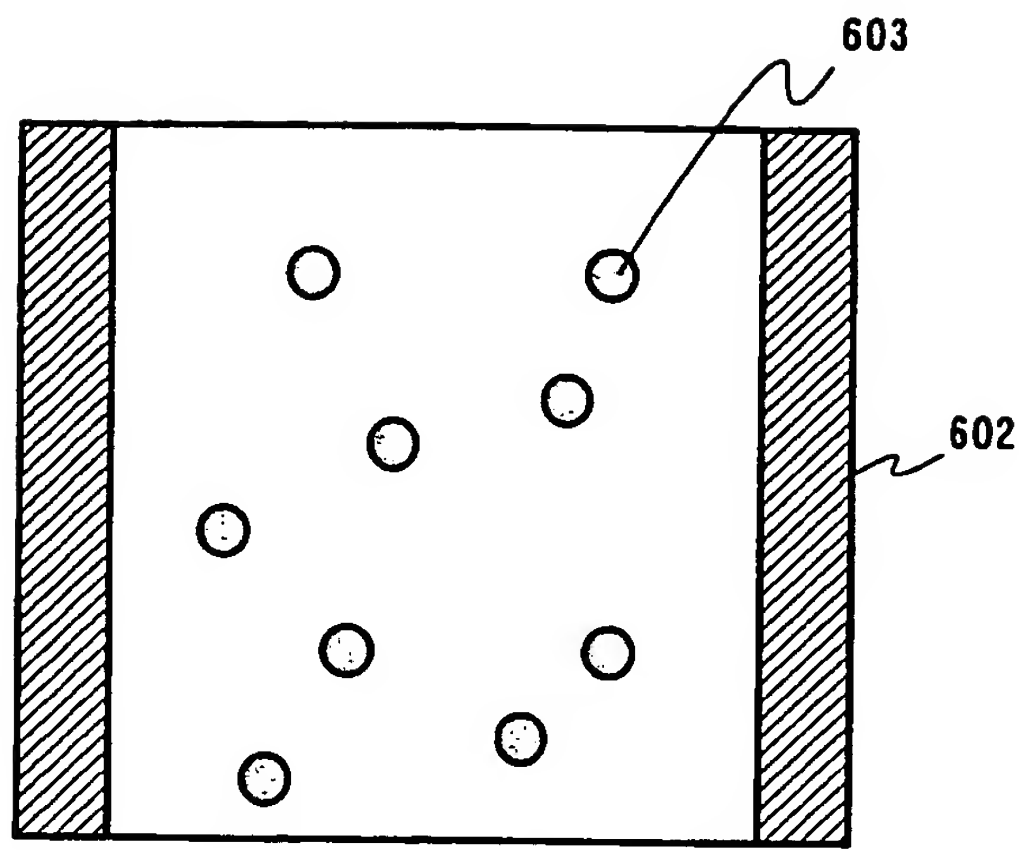


【図 5】

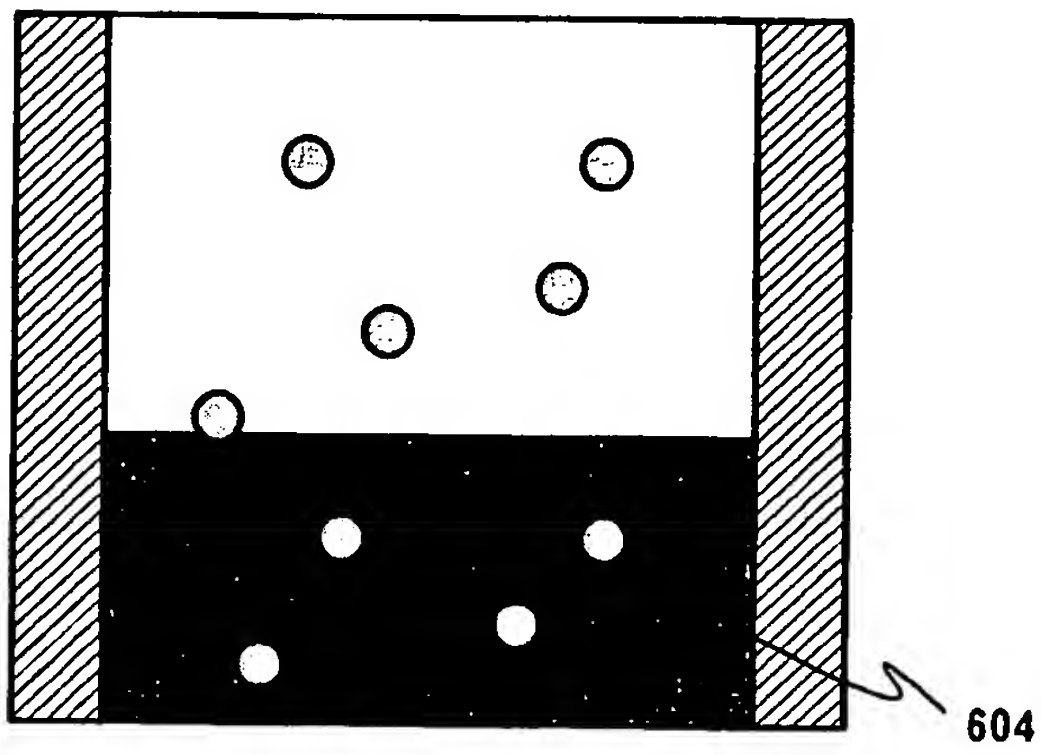


【図 6】

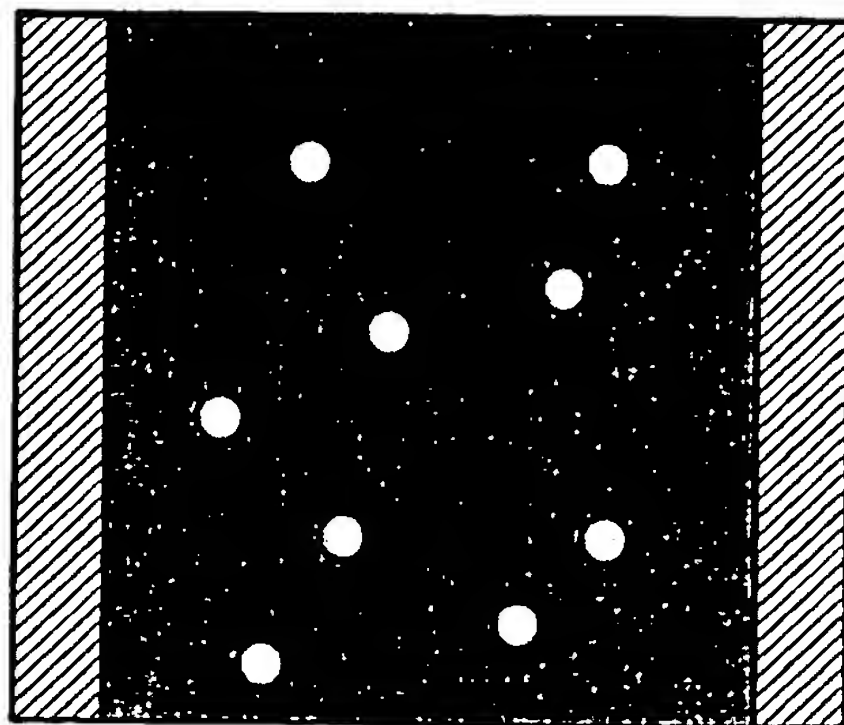
(A)



(B)



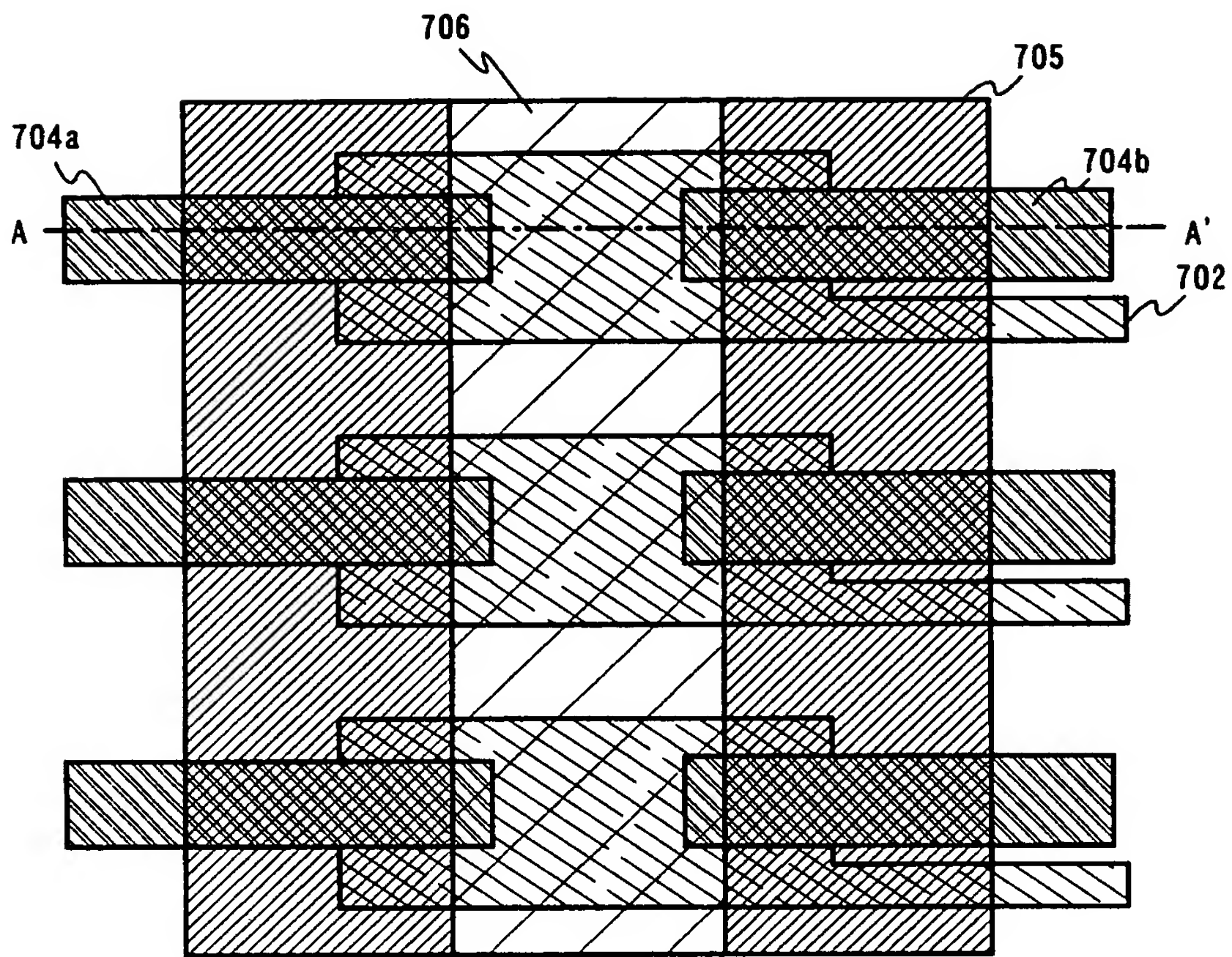
(C)



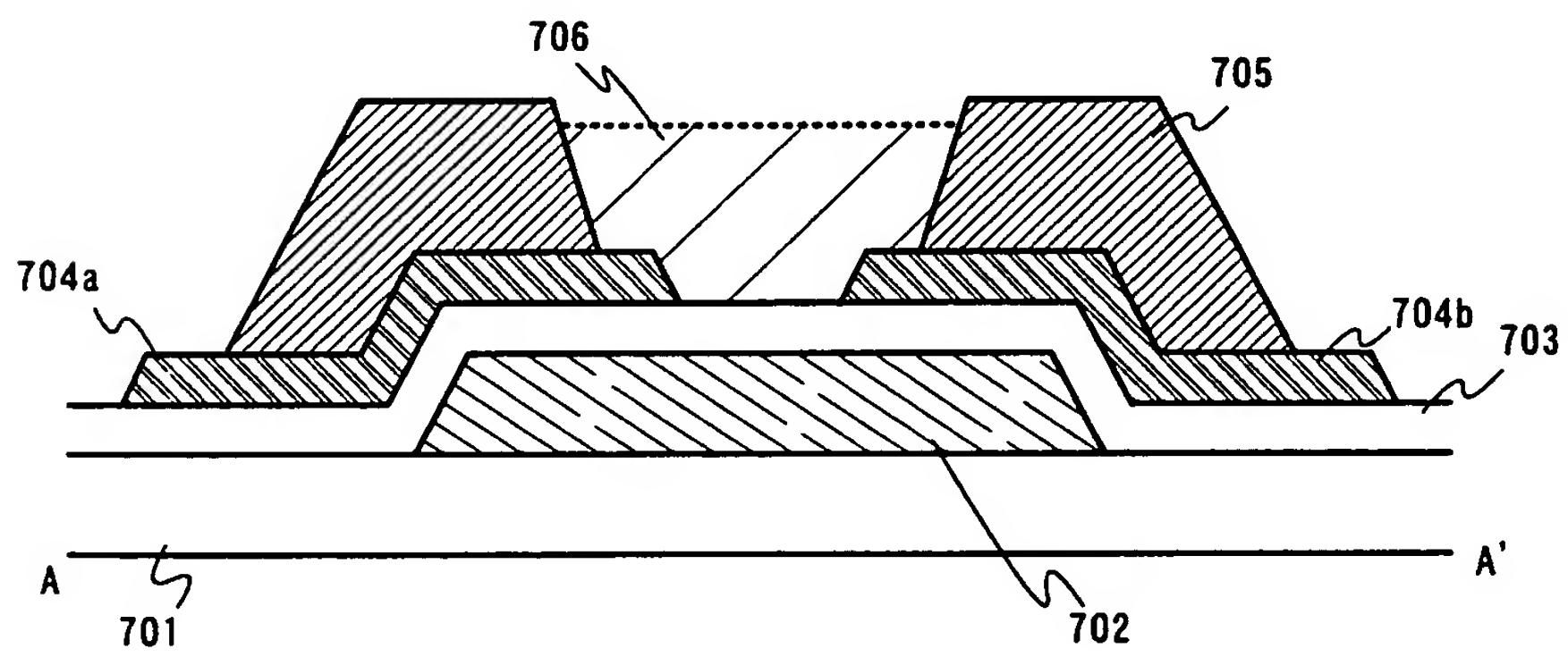


【図 7】

(A)

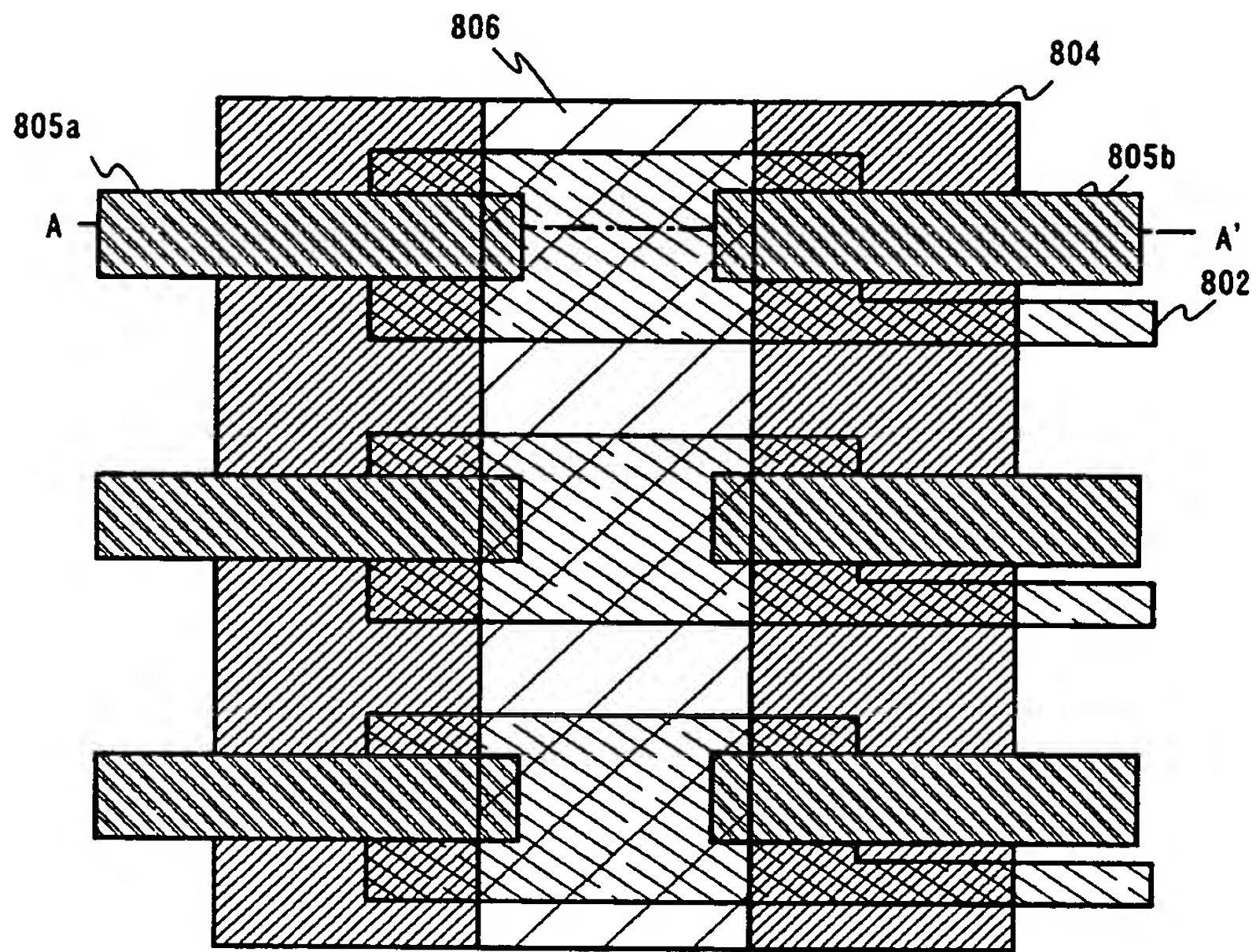


(B)

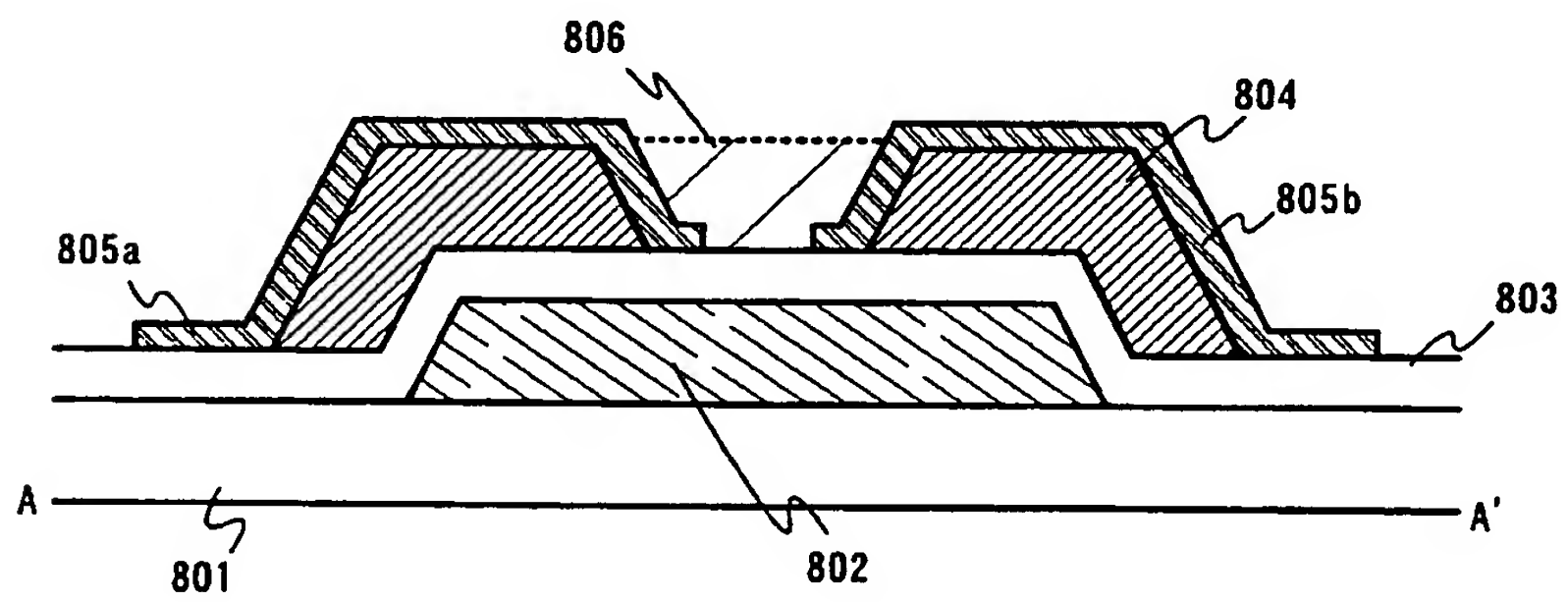


【図 8】

(A)

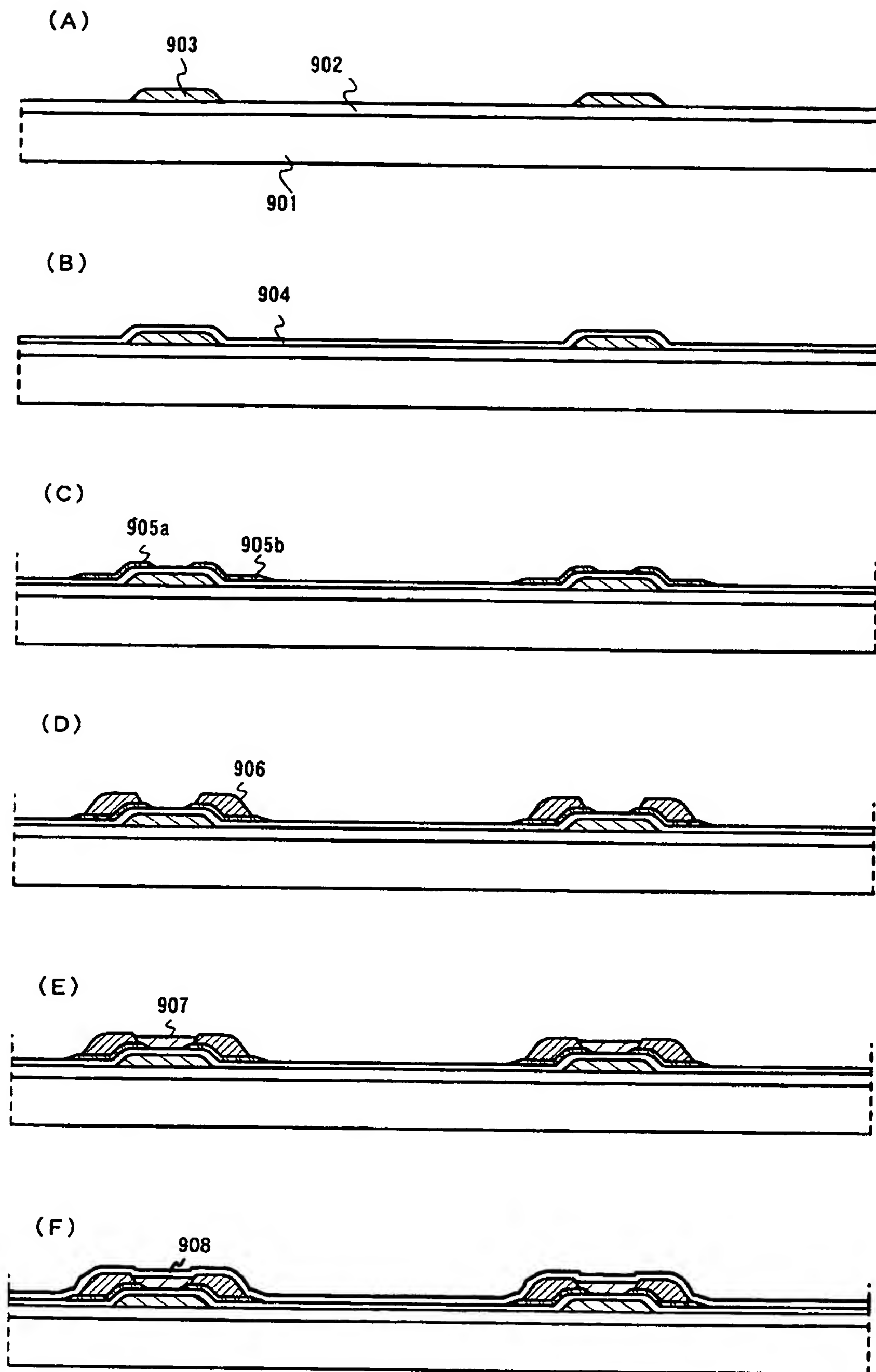


(B)

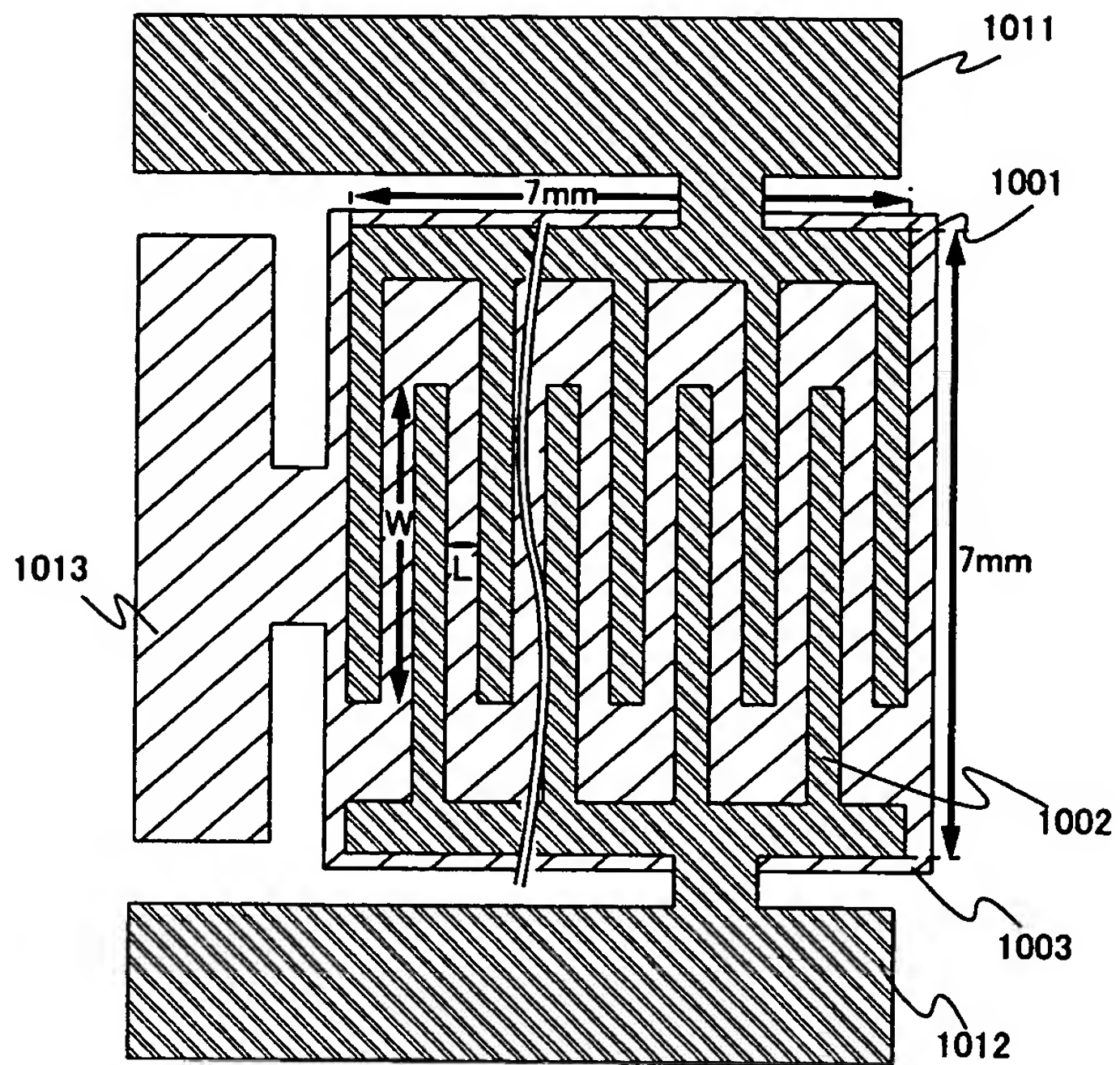




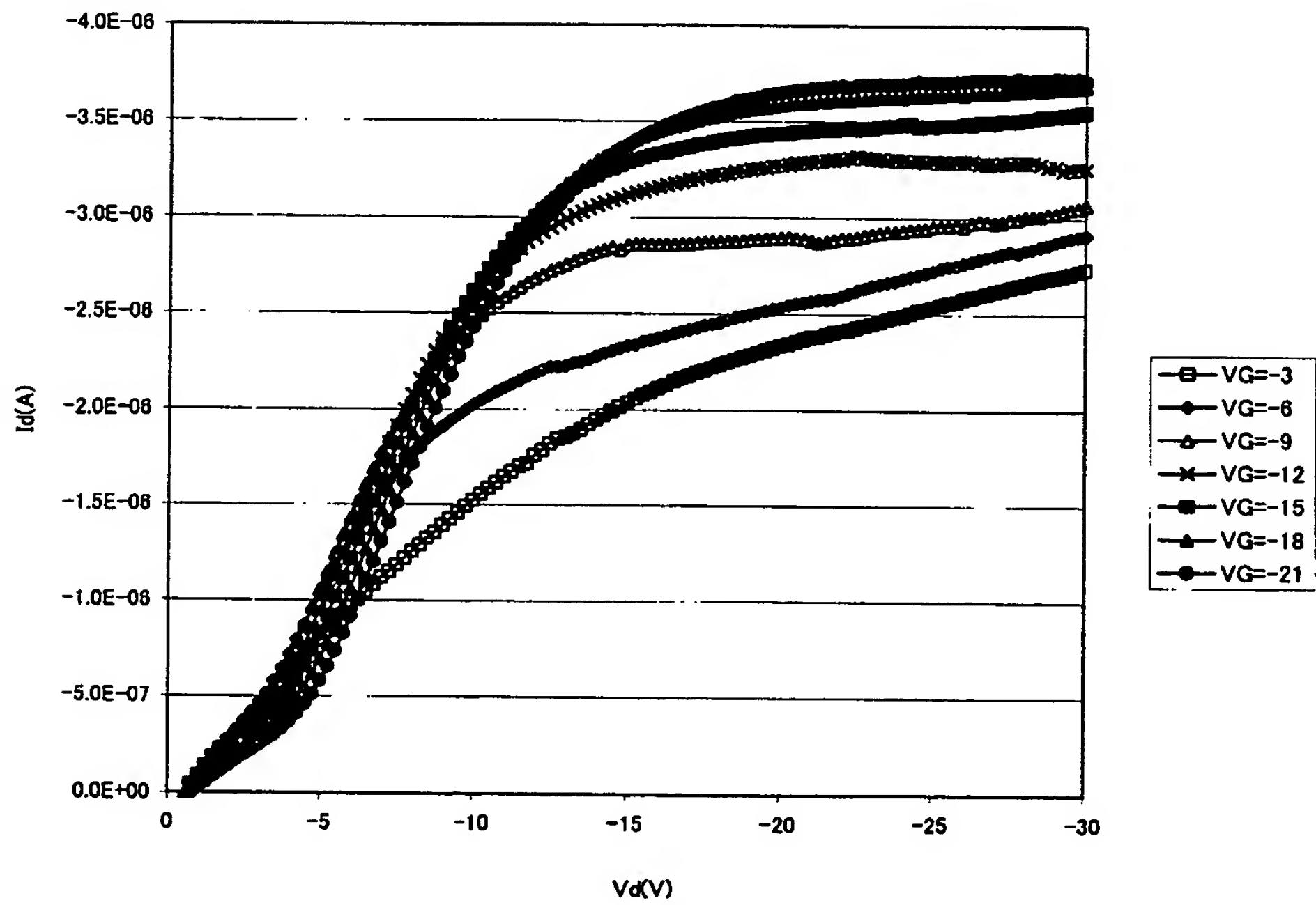
【図 9】



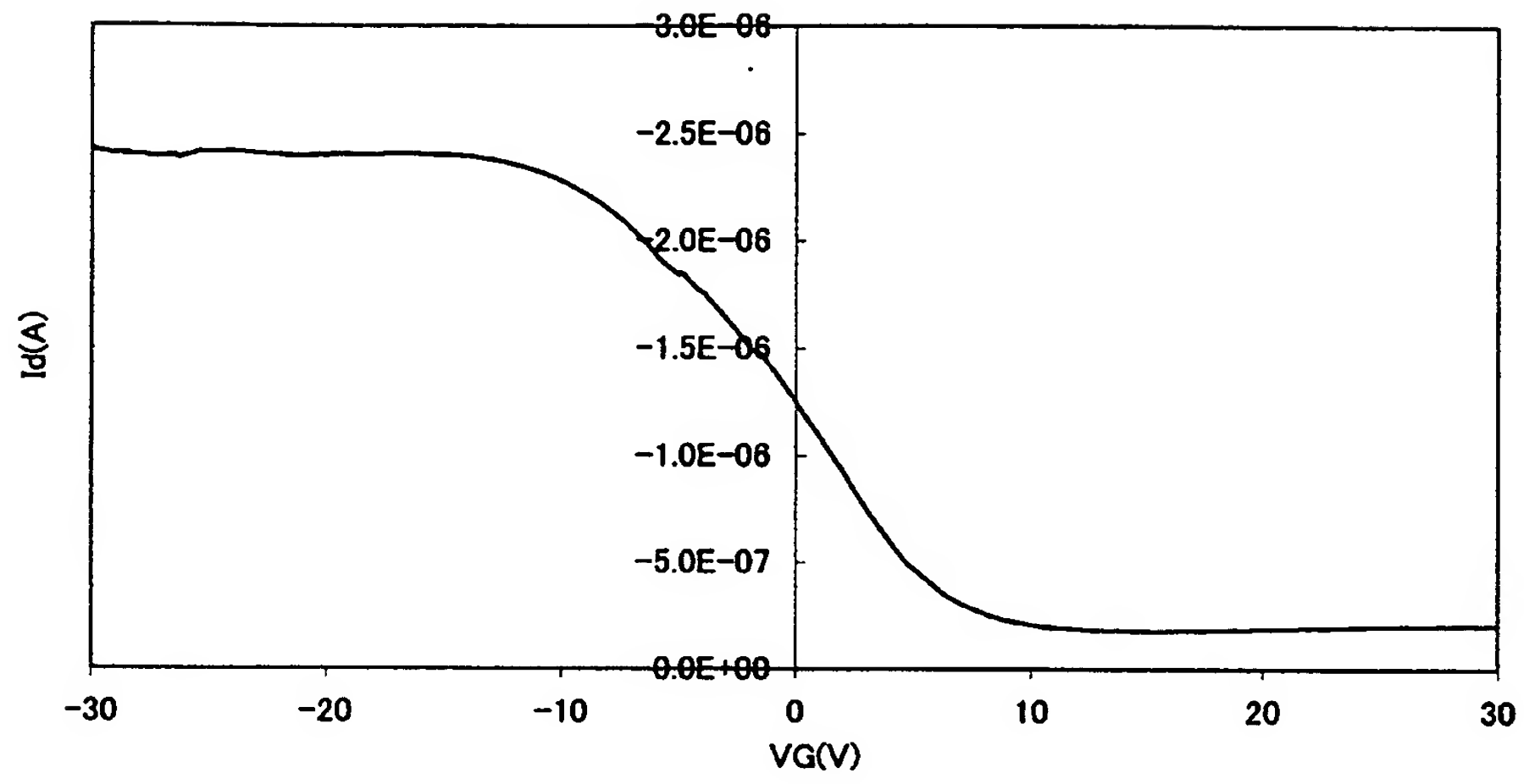
【図 1 0】



【図 1 1】

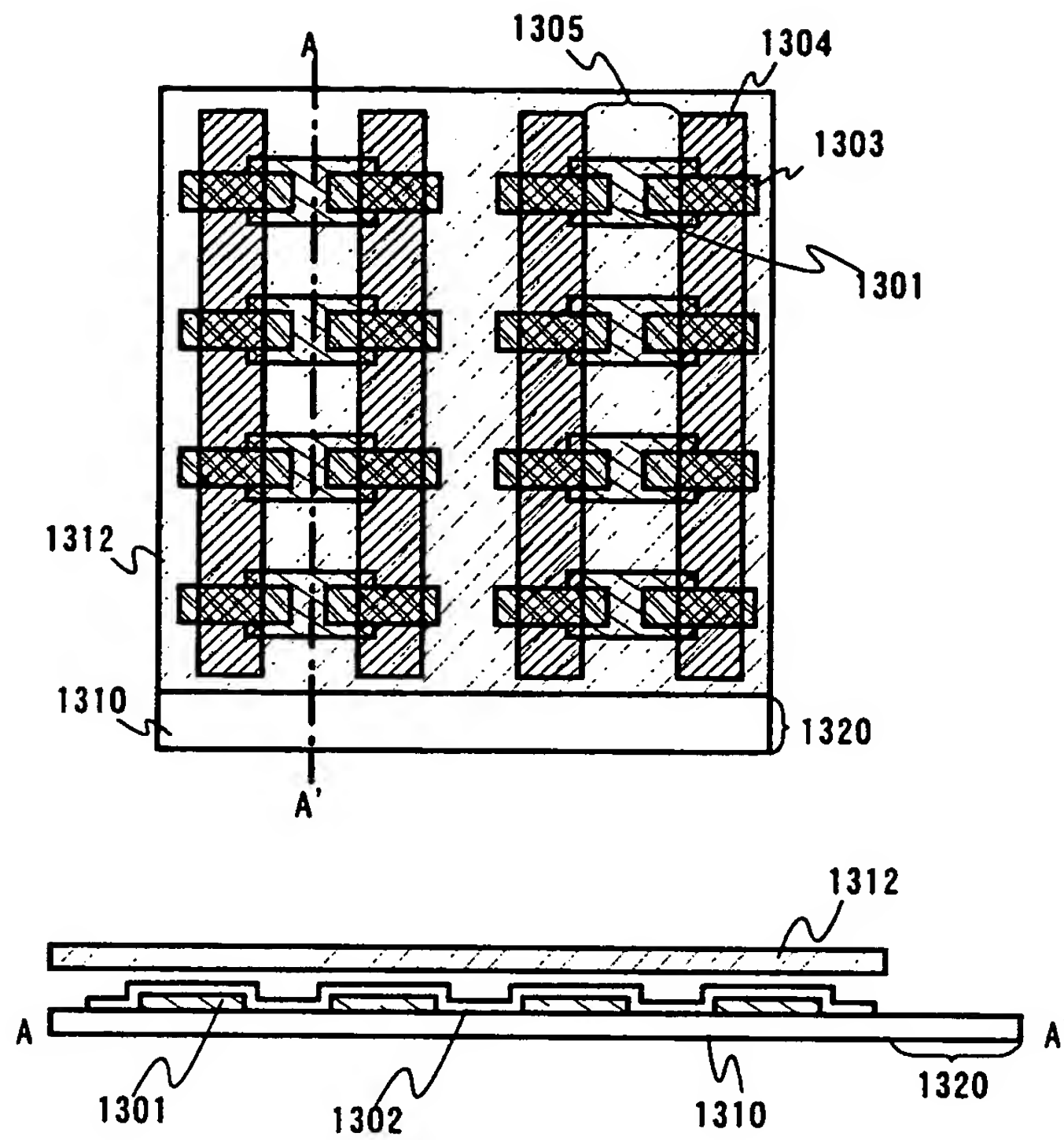


【図 1 2】

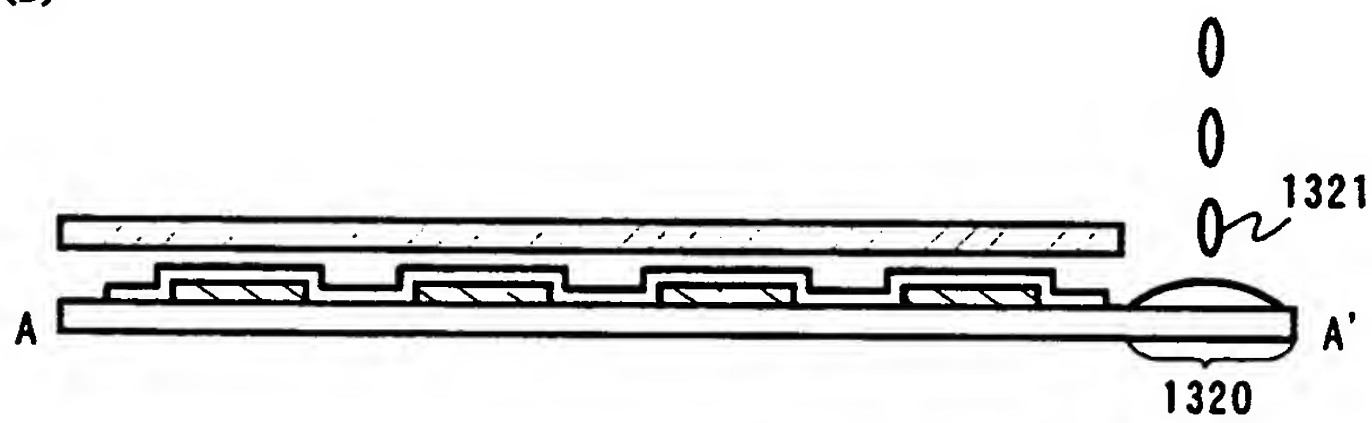


【図 1 3】

(A)

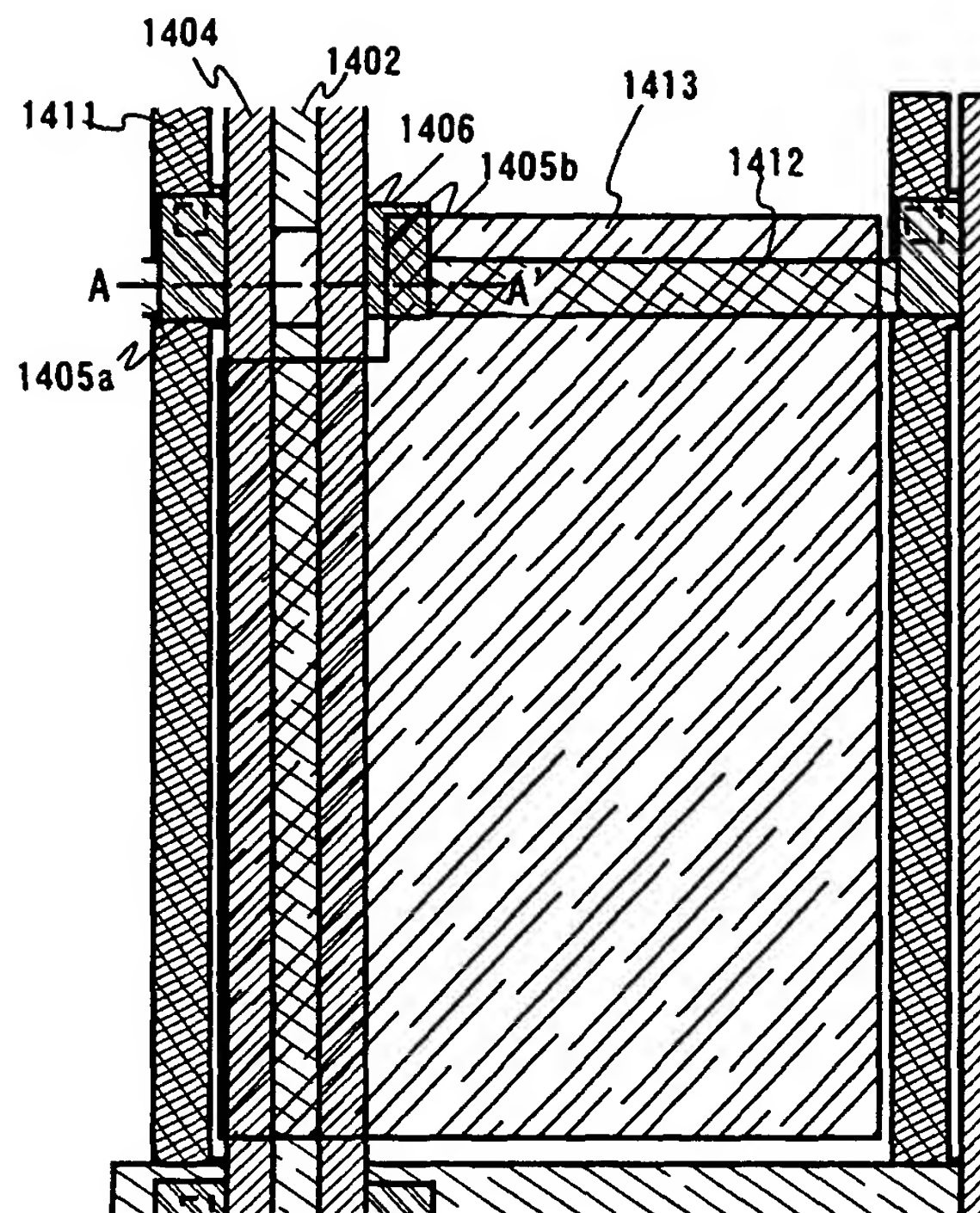


(B)

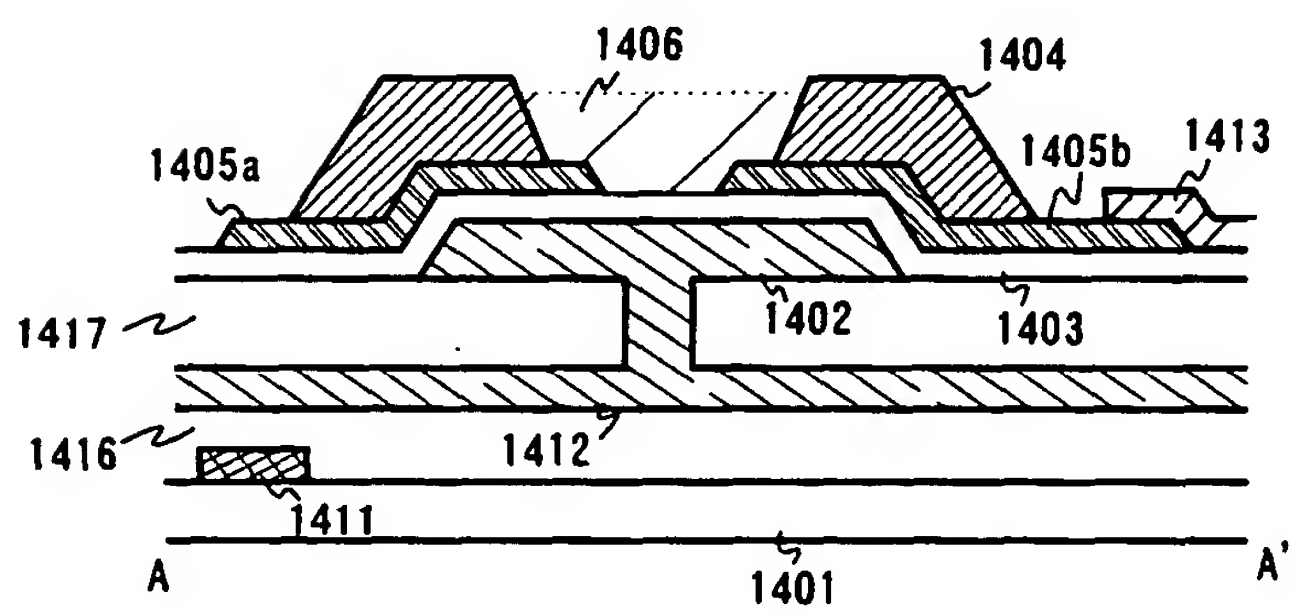


【図 1 4】

(A)

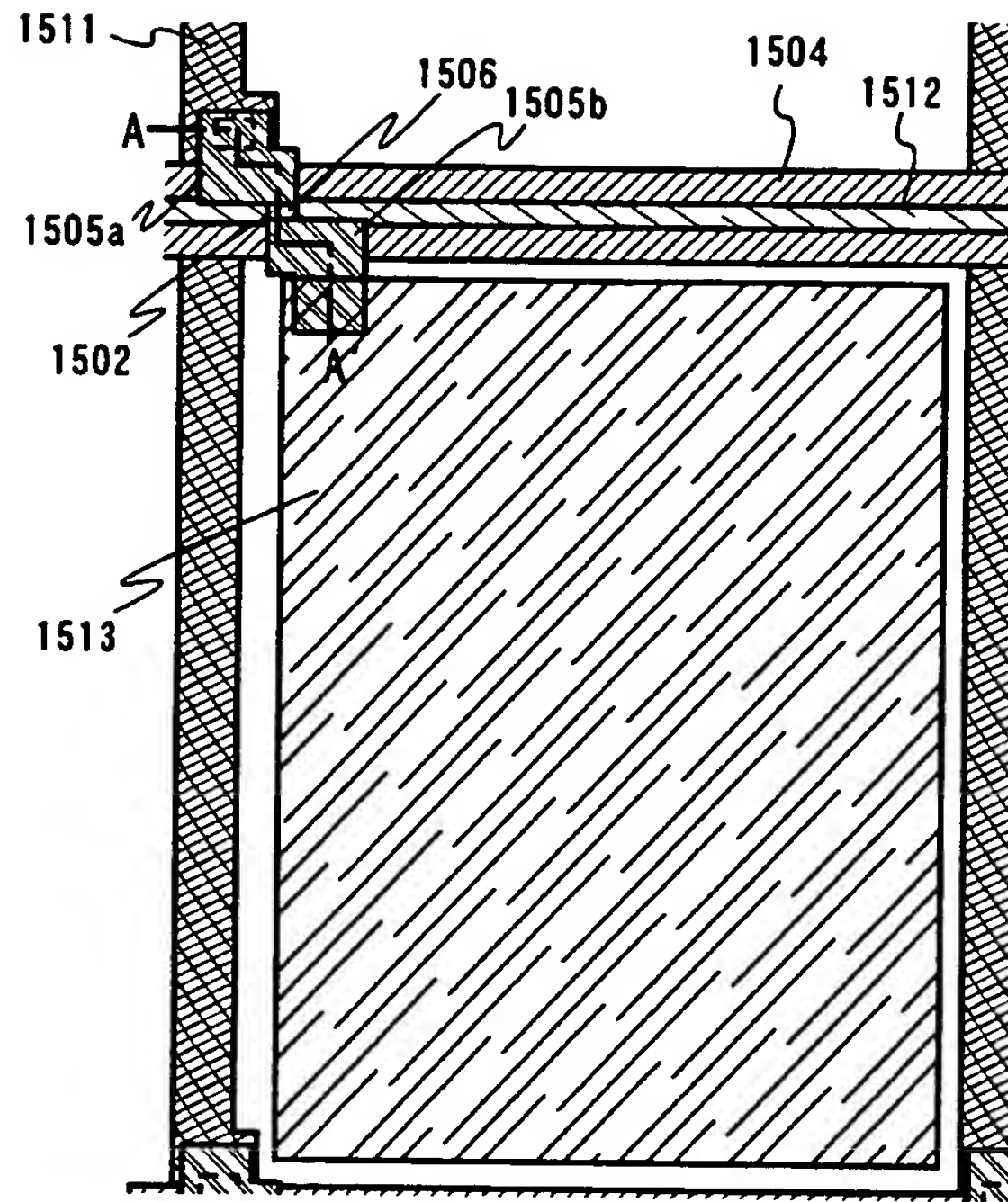


(B)

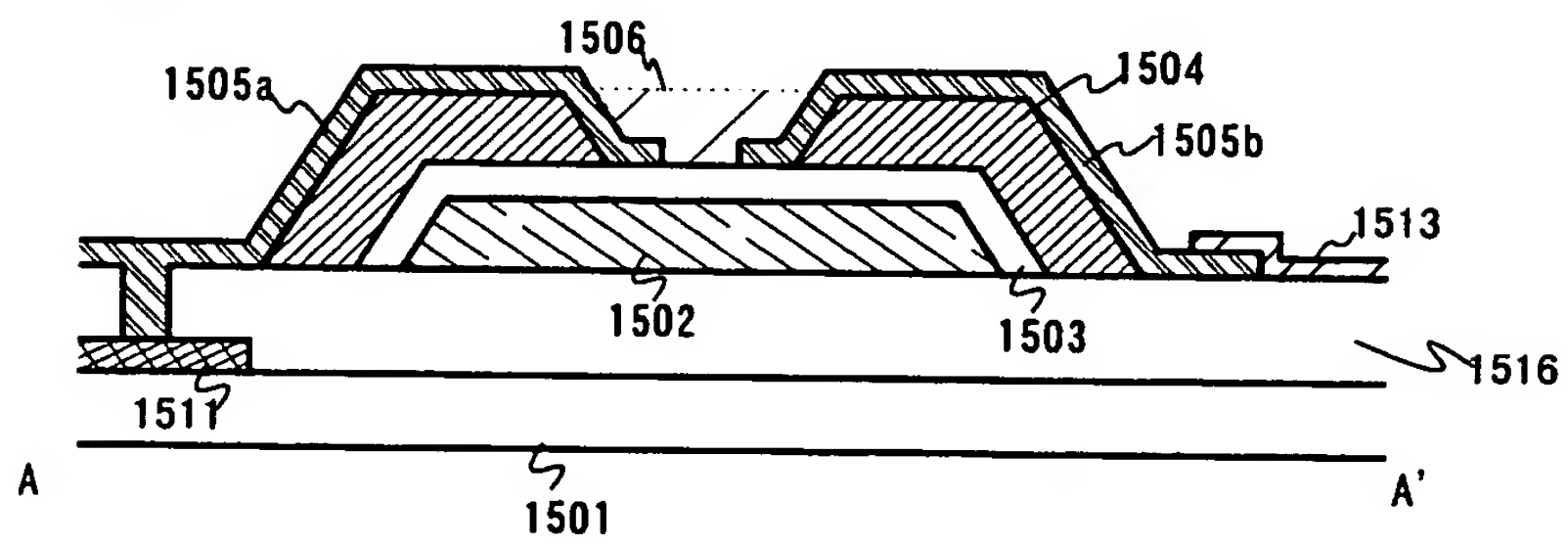


【図 1 5】

(A)



(B)





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来の有機薄膜トランジスタの作製方法では専用の装置が必要なこと、材料の使用量に対して形成される有機半導体膜がわずかであり、その殆どが破棄されてしまう問題があった。更に、この無駄に破棄される材料の汚れを除去するために、装置カップやチャンバー内の掃除といった装置メンテナンスを頻繁に実施する必要があった。従って、これら材料にかかるコストや装置メンテナンスの手間だけでも多大な費用や工数が必要となっていた。

【解決手段】 本発明は、有機半導体膜を形成する第1の基板と、注入するために用いる第2の基板と、特定の場所に形成された絶縁膜とにより基板間に間隙を形成し、この間隙に対する毛細管現象により有機半導体膜材料を注入して均一な有機半導体膜を作製する。このような特定の場所に形成された絶縁膜により、制御よく有機半導体膜を形成することができる。

【選択図】 図7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 1 5 3 8 7 8 ]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 7 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地  
氏 名 株式会社半導体エネルギー研究所